



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“ESTUDIO ERGONÓMICO MEDIANTE MUESTREO ESTADÍSTICO EN LOS TALLERES METALMECÁNICOS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA APLICANDO SOFTWARE”

**MAQUIZA TITUAÑA FREDY RAMIRO
POZO SANTANA WASHINGTON JAVIER**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

**RIOBAMBA – ECUADOR
2015**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-05-9

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**MAIQUIZA TITUAÑA FREDY RAMIRO
POZO SANTANA WASHINGTON JAVIER**

Titulada:

**“ESTUDIO ERGONÓMICO MEDIANTE MUESTREO ESTADÍSTICO EN LOS
TALLERES METALMECÁNICOS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA
APLICANDO SOFTWARE”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Marcelo Jácome Valdez
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Juan Cayán Martínez
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MAQUIZA TITUAÑA FREDY RAMIRO

TÍTULO DE LA TESIS: **“ESTUDIO ERGONÓMICO MEDIANTE MUESTREO ESTADÍSTICO EN LOS TALLERES METALMECÁNICOS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA APLICANDO SOFTWARE”**

Fecha de Examinación: 2015-07-30

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Mario Pastor Rodas PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marcelo Jácome Valdez DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Juan Cayán Martínez ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Mario Pastor Rodas
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: POZO SANTANA WASHINGTON JAVIER

TÍTULO DE LA TESIS: “ESTUDIO ERGONÓMICO MEDIANTE MUESTREO ESTADÍSTICO EN LOS TALLERES METALMECÁNICOS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA APLICANDO SOFTWARE”

Fecha de Examinación: 2015-07-30

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Mario Pastor Rodas PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Marcelo Jácome Valdez DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Juan Cayán Martínez ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Mario Pastor Rodas
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Maiquiza Tituaña Fredy Ramiro

Pozo Santana Washington Javier

DEDICATORIA

Con infinito amor y cariño este trabajo está dedicado a Dios por darme la oportunidad de vivir y acompañarme en cada paso que doy, por guiar mi camino e iluminar mi mente, y por haber puesto en mi camino aquellas personas maravillosas que han sido mi soporte y compañía durante todos los años de estudio.

A mis padres Segundo y Soledad que han sido mis pilares fundamentales para que yo pueda alcanzar mis metas, por su apoyo incondicional, sus consejos, sus enseñanzas y su amor en los momentos difíciles, por su esfuerzo y lucha día tras día por darme la mejor herencia que pueda aspirar, la educación.

A mis hermanos por su apoyo y confianza, ellos han sido un ejemplo para mí, por motivarme a cumplir mis metas.

A la memoria de Walter.

Fredy Ramiro Maiquiza Tituaña

Ha concluido hoy tan solo un pequeño episodio de mi vida, y a la vez acaba de empezar otro lleno de mucha responsabilidad y dedicación en el ámbito profesional.

El presente proyecto de tesis va dedicado a mis padres por su ejemplo, esfuerzo, constancia y apoyo tanto moral como económico, en especial a mi madre la Sra. Marianita de Jesús Santana, ya que ella siempre estuvo conmigo en los momentos difíciles que se presentaron durante el periodo de formación académica, haciendo todo lo posible para lograr alcanzar este grato momento de alegría en mi vida.

Washington Javier Pozo Santana

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiar e iluminar mi mente y permitir terminar una etapa más en vida, a mis padres y hermanos por su cariño, confianza y perseverancia para ver materializar mi sueño anhelado.

El agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por darme la oportunidad de obtener una profesión, y ser una persona útil a la sociedad.

A nuestros docentes y personal administrativo quienes nos apoyaron y formaron parte de una u otra manera durante todo el proceso de formación académica.

Al Ing. Marcelo Jácome e Ing. Juan Carlos Cayán, por su colaboración en el desarrollo de la tesis, ellos con su conocimiento y experiencia aportaron para que este trabajo se logre con éxito.

Fredy Maiquiza Tituaña.

Expreso mi más profundo agradecimiento a Dios por haberme regalado el don de la vida y salud; a mi madre que siempre me ha apoyado incondicionalmente durante el transcurso de mi vida con un claro ejemplo de dedicación y lucha constante, un profundo agradecimiento a los docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de la Facultad de Mecánica especialmente a la Escuela de Ingeniería Industrial por sus conocimientos impartidos, su guía y motivación dedicados día a día en las aulas académicas; en especial a mi director y asesor de tesis, el Ing. Marcelo Jácome Valdez y el Ing. Juan Carlos Cayán, que destinaron su tiempo para guiarme en el presente estudio y así con su grata ayuda poder concluir de manera satisfactoria con mi proyecto final de tesis.

Washington Pozo Santana

CONTENIDO

Pág

1.	INTRODUCCION	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación	2
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Objetivo general	3
1.3.2	Objetivos específicos	3
2.	MARCO TEÓRICO	4
2.1	Estado del arte de ergonomía	4
2.1.1	Definiciones	4
2.1.2	Objetivos de la ergonomía	5
2.2	Finalidades de la ergonomía	5
2.3	Campos de la aplicación de la ergonomía	5
2.3.1	Antropometría	5
2.3.2	Biomecánica	5
2.3.3	Fisiología	6
2.3.4	Ergonomía ambiental	6
2.3.5	Ergonomía cognitiva	6
2.3.6	Ergonomía de necesidades específicas	6
2.4	Campos de la aplicación de la ergonomía	7
2.4.1	Sobre esfuerzo físico	7
2.4.2	Movimiento corporal repetitivo	8
2.4.3	Manejo manual de carga	8
2.4.3.1	Carga	9
2.4.3.2	Peso máxima de cargas recomendados	9
2.4.3.3	Movimientos realizados en la manipulación manual de cargas	10
2.4.3.4	Posición de la carga con respecto al cuerpo, esta se define por dos factores	10
2.4.3.5	Transporte manual de cargas	11
2.4.3.6	Empujar y jalar una carga	12
2.4.4	Consecuencias en la salud por la manipulación manual de cargas	12
2.4.4.1	Trastornos musculo esqueléticos	12
2.4.4.2	Afecciones dorso-lumbares	13
2.5	Análisis estadístico	14
2.5.1	Determinación del tamaño de la muestra	14
2.6	Descripción del software para evaluación ergonómica	15
2.6.1	Ergo/IBV	15
2.6.2	ERGOMET 3.0	15
2.6.3	ErgoSoft Pro	15
2.6.4	Toolbox	16
2.7	Selección del software para la evaluación	16
2.8	Métodos de evaluación	17
2.8.1	Para movimientos repetitivos	17
2.8.1.1	Método RULA	17
2.8.1.2	Método OCRA	18
2.8.2	Para posturas forzadas	19

2.8.2.1	Método REBA	19
2.8.2.2	Método OWAS	19
2.8.3	Para movimiento de cargas	20
2.8.3.1	Método NIOSH.....	20
2.8.3.2	La guía del INSHT	21
2.8.3.3	Las tablas de SNOOK y CIRIELLO.....	22
3.	INTRODUCCION AL SOFTWARE ERGOSOFT PRO 2.0	23
3.1	Aplicación del software ErgoSoft pro 2.0	23
3.1.1	Requisitos e instalación del software ErgoSoft pro 2.0 en el operador	23
3.1.1.1	Requisitos del sistema operativo para la instalación del software	23
3.1.2	Instalación del software ErgoSoft pro 2.0	24
3.2	Detalle de manejo y funcionamiento del software ErgoSoft pro 2.0.....	24
3.2.1	Ejecutar el programa.....	24
3.2.2	Seleccionar una empresa.....	25
3.2.3	Seleccionar un puesto de trabajo	25
3.2.4	Métodos de aplicación al seleccionar el puesto de trabajo	26
3.3	Esclarecimiento de los métodos de evaluación de ErgoSoft Pro 2.0.....	27
3.3.1	Método RULA	27
3.3.1.1	Grupos que se deben analizar	28
3.3.1.2	Miembro superior	28
3.3.1.3	Eje corporal.....	30
3.3.1.4	Tareas repetitivas o estáticas.....	32
3.3.1.5	Cálculo de la puntuación final	33
3.3.2	Método Ocra	34
3.3.2.1	Factores de riesgo del Método Ocra	35
3.3.2.2	Proceso de cálculo	36
3.3.3	Método Reba.....	43
3.3.3.1	Niveles de acción	44
3.3.3.2	Factores a ser analizados.....	45
3.3.3.3	Grupo A	45
3.3.3.4	Grupo B.....	47
3.3.4	Método Owas.....	51
3.3.4.1	Factores que se deben analizar.....	51
3.3.4.2	Análisis	54
3.3.4.3	Protocolo para la aplicación práctica del método Owas	55
3.3.5	Método de la guía del INSHT	56
3.3.5.1	Procedimiento de evaluación	58
3.3.5.2	Métodos o pasos para la evaluación	59
3.3.6	Método NIOSH.....	61
3.3.6.1	Cálculo del límite de peso recomendado	61
3.3.6.2	Procedimiento de análisis	62
3.3.6.3	Recopilación de datos	63
3.3.6.4	Límites de aplicación	63
3.3.6.5	Índice de levantamiento	64
3.3.6.6	Índice de levantamiento compuesto.....	67
3.3.7	Método de Snook y Ciriello.....	68
3.3.7.1	Procedimiento a evaluar en una tarea de transporte.....	69
3.3.7.2	Procedimiento a evaluar en una tarea de empuje o tracción.....	69
3.3.7.3	Pasos para la evaluación de las tablas de Snook y Ciriello.....	70

3.3.8	Guía de PVD del INSHT	71
3.3.8.1	Diseño del puesto y los equipos	72
3.3.8.2	Postura de trabajo.....	74
3.3.8.3	Pantalla de visualización de datos	75
3.3.8.4	Colocación de la pantalla de trabajo	75
3.3.8.5	Colocación y dimensionamiento del teclado	75
3.3.8.6	Colocación y dimensionamiento de la silla de trabajo.....	76
3.3.8.7	Colocación y dimensionamiento del tablero de trabajo	78
3.3.8.8	Metodología de evaluación	79
3.4	Aplicación al dispositivo Android instalado ErgoSoft Pro 2.0.....	80
3.4.1	Características del dispositivo móvil para la instalación de la app.....	81
3.4.2	Instalación de la app	81
3.4.3	Funcionamiento de la aplicación en el dispositivo android	82
4.	DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA APROPIADA PARA LOS PUESTOS DE TRABAJO OBJETO DE ESTUDIO DEL SOFTWARE.....	85
4.1	Situación actual de los talleres metalmecánicos en la ciudad de Riobamba ...	85
4.1.1	Situación actual de Carrocerías Mayorga	85
4.1.2	Enfoque de los puestos de trabajo.....	88
4.1.2.1	Métodos y técnicas para la selección del puesto conflictivo	88
4.1.3	Modelo de entrevista semiestructurada.....	89
4.1.3.1	Análisis de resultados de la entrevista	90
4.1.4	Selección de los puestos conflictivos para el estudio	91
4.1.4.1	Puestos conflictivos en la empresa Carrocerías Mayorga	91
4.1.4.2	Planteamiento del método óptimo de evaluación	92
4.1.4.3	Métodos a aplicar en los puestos de trabajo en la empresa Carrocerías Mayorga	92
4.1.5	Particularidades en los puestos de trabajo de la empresa Carrocerías Mayorga	93
4.1.6	Compilación de datos previo ingreso al software	95
4.1.6.1	Datos de la empresa Carrocerías Mayorga	95
4.1.7	Especificación e ingreso de datos al software.....	102
4.1.7.1	Ingreso de datos de la empresa Carrocerías Mayorga a ErgoSoft Pro para el manejo manual de cargas empleando la metodología de la GUIA del INSHT para el manejo de perfiles metálicos en C.....	102
4.1.7.2	Estudio de posturas forzadas y aplicación de fuerzas mediante el método REBA para el doblado de cerchas metálicas	107
4.1.7.3	Estudio de posturas forzadas y aplicación de fuerzas mediante el método REBA para el doblado de tubos cuadrados metálicos	110
4.1.7.4	Estudio de posturas forzadas y aplicación de fuerzas mediante el método REBA para el doblado de tubos redondos de metal con recubrimiento de plástico	111
4.1.7.5	Estudio de posturas y aplicación de fuerzas mediante el método OWAS para el doblado de planchas de tol de alta resistencia.....	113
4.1.7.6	Estudio de movimientos repetitivos por el método RULA para el forrado de la carrocería.....	115
4.1.7.7	Estudio de movimientos repetitivos por el método OCRA para el montaje de la estructura de la parte frontal de la carrocería	117

4.1.8	Análisis y planteamiento de posibles medidas correctivas para las áreas de trabajo para la empresa Carrocerías Mayorga	120
4.1.8.1	Análisis y medidas correctivas para el transporte de perfil metálico en C	120
4.1.8.2	Análisis y medidas correctivas para el doblado de cerchas metálicas	120
4.1.8.3	Análisis y medidas correctivas para el doblado de tubos cuadrados metálicos	121
4.1.8.4	Análisis y medidas correctivas para el doblado de tubos redondos con recubrimiento de plástico	122
4.1.8.5	Análisis y medidas correctivas para el doblado de planchas de tol de alta resistencia.....	123
4.1.8.6	Análisis y medidas correctivas para el forrado de la carrocería	123
4.1.8.7	Análisis y medidas correctivas para el montaje de la estructura frontal de la carrocería.....	124
4.2	Análisis comparativo de resultados parciales obtenidos en el estudio ergonómico a los talleres metalmecánicos de la ciudad de Riobamba	125
4.2.1	Porcentajes de los riesgos ergonómicos obtenidos en Carrocerías Mayorga	125
4.2.2	Porcentajes de los riesgos ergonómicos obtenidos en el taller artesanal Mecánica Núñez	126
4.2.3	Porcentajes de los riesgos ergonómicos obtenidos en el taller de CEDICOM de la facultad de Mecánica de la ESPOCH	127
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	128
5.1	Conclusiones	128
5.2	Recomendaciones	129

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Peso máximo recomendado para levantar	9
2	Resumen de evaluación de riesgos ergonómicos.....	28
3	Niveles de actuación para el método	28
4	Determinación del riesgo postural del Grupo A	31
5	Determinación del riesgo postural del Grupo B	33
6	Puntuación de actividad muscular.	33
7	Puntuación de Carga/Fuerza	34
8	Tabla de la puntuación final.....	35
9	Determinación del factor de fuerza Fo_m	40
10	Puntuación para los distintos tipos de agarre.....	41
11	Determinación del factor multiplicador de posturas Fp_m	41
12	Determinación del factor de elementos adicionales Fa	42
13	Determinación de factor periodos de recuperación Fr	44
14	Determinación del factor de duración de tareas repetidas Fd	44
15	Determinación del nivel de riesgo el eje corporal. Grupo A	47
16	Factor de Carga / Fuerza	48
17	Determinación del nivel de riesgo, miembro superior. Grupo B	49
18	Factor de acoplamiento	50
19	Determinación del riesgo global.	50
20	Determinación del índice de actividad.....	50
21	Determinación de los niveles de acción ergonómica.	51
22	Puntuaciones según la postura (columna).....	53
23	Puntuaciones según la posición de los brazos.	53
24	Puntuaciones según la postura (piernas).....	54
25	Puntuaciones según Fuerza/Carga.	54
26	Codificación de posturas.....	54
27	Tabla Owas de riesgo por postura acumulada	55
28	Peso máximo recomendado para carga en condiciones ideales de levantamiento.....	58
29	Desplazamiento Vertical.....	60
30	Giro del tronco.	60
31	Tipo de Agarre.	60
32	Frecuencia de manipulación	61
33	Peso máximo transportado en el día	61
34	Hoja para la toma de datos para tarea de transporte.	70
35	Hoja para la toma de datos para tarea de empuje-tracción.	71
36	Datos de los trabajadores Carrocerías Mayorga	88
37	Carrocerías Mayorga.....	90
38	Métodos de evaluación	91
39	Actividades y métodos a emplear.	92
40	Datos de las combinaciones de las posturas forzadas método OWAS	98
41	Descripción de la tarea.....	99
42	Duración de las acciones:	100
43	Porcentajes de tiempo empleados por las acciones técnicas durante el ciclo.	100
44	Distribución del tiempo de recuperación durante la jornada.	100
45	Porcentajes de riesgos en Carrocerías Mayorga	124

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Relación ergonómica hombre-máquina-entorno	4
2 Causas y consecuencias de sobreesfuerzos por el trabajo	7
3 Movimientos repetitivos	8
4 Levantamiento y descenso manual de carga.....	10
5 Medición de la posición de la carga con respecto al cuerpo.....	11
6 Transporte manual de cargas.	11
7 Empujar y jalar una carga.	12
8 Hernia discal.	13
9 Regiones de la columna vertebral.	14
10 Presentación de ErgoSoft 2.0.....	26
11 Introducir una empresa	26
12 Selección del puesto de trabajo.....	27
13 Distintos métodos para aplicar a los puestos de trabajo	27
14 Grupo A puntuaciones, miembros superiores.....	30
15 Grupo A puntuaciones, eje corporal.	32
16 Puntuación final método Rula.....	34
17 Grupo A, eje corporal.	47
18 Grupo B, miembro superior.	49
19 Puntuación final método REBA	51
20 Pesos recomendados	60
21 Distancias horizontal, vertical.....	66
22 Ángulo de asimetría	67
23 Diseño de los puestos y equipos de trabajo.	73
24 Diseño y ubicación del teclado.	76
25 Dimensionamiento adecuado de la silla de trabajo.....	77
26 Dimensionamiento del tablero de trabajo.	79
27 Dispositivo android con ErgoSoft App.....	81
28 Añadir un puesto de trabajo y selección de un método de evaluación	82
29 Añadir una tarea.....	83
30 Introducir datos en el dispositivo móvil	83
31 Añadir una foto o video para la evaluación.	84
32 Exportar datos	84
33 Ingresar el nombre de la empresa	101
34 Ingresar el nombre del puesto	102
35 Selección de la metodología	102
36 Selección de la metodología	103
37 Ingresar nombre de la tarea.....	103
38 Ingresar datos del puesto a analizar tramo 1	104
39 Pulsar el botón calcular.....	104
40 Ingresar datos del puesto a analizar tramo 2.....	105
41 Pulsar el botón calcular.....	105
42 Seleccionar la empresa.....	106
43 Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.	106
44 Ingresar nombre de la tarea.....	107
45 Ingresar datos operario 1.....	107

46	Ingresar datos operario 2.....	108
47	Ingresar datos operario 3.....	108
48	Ingresar el nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.	109
49	Ingresar nombre de la tarea.....	109
50	Ingresar datos.	110
51	Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.	110
52	Ingresar nombre de la tarea.....	111
53	Ingresar datos.	111
54	Ingresar datos.....	112
55	Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.	112
56	Ingresar nombre de la tarea.....	113
57	Ingresar datos.....	113
58	Ingresar datos.....	114
59	Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.	114
60	Ingresar nombre de la tarea.....	115
61	Ingresar datos.....	115
62	Ingresar datos.....	116
63	Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.	116
64	Ingresar nombre de la tarea.....	117
65	Ingresar datos.....	117
66	Ingresar datos.....	118
67	Ingresar datos.....	118
68	Ingresar datos.....	118

SIMBOLOGIA

CF	Constante de frecuencia de acciones de la tarea
F _{O_{mi}}	Factor de fuerza de la tarea
P _{O_{mi}}	Factor de postura de la tarea
R _{e_{mi}}	Factor de repetitividad de la tarea
D _i	Duración de cada tarea repetida en minutos
R _{c_m}	Factor de falta de periodo de recuperación en todo el turno
D _{u_m}	Factor multiplicador en función de la duración diaria de la tarea repetida

LISTA DE ABREVIACIONES

MMC	Manejo manual de carga
INSHT	Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo
UCMTA	Unión de cooperativas madrileñas de trabajo asociadas
RULA	Rapid upper limb assessment
REBA	Evaluación rápida de todo el cuerpo
OCRA	Occupational repetitive action
OWAS	Ovako working analysis system

LISTA DE ANEXOS

- A** Resultados de los estudios realizados en Mecánica Núñez
- B** Resultados de los estudios realizados en CEDICOM
- C** Fotografías recopiladas en Carrocerías Mayorga
- D** Fotografías recopiladas en taller artesanal Metalmecánica Núñez
- E** Fotografías del CEDICOM Facultad de Mecánica ESPOCH

RESUMEN

El estudio y análisis ergonómico de los puestos de trabajo en los talleres metalmecánicos de la ciudad de Riobamba pretende maximizar el confort y el bienestar de los trabajadores garantizando la seguridad en el trabajo y logrando obtener un óptimo rendimiento y por lo tanto incrementar la productividad en el sector metalmecánico.

El estudio se inició con un proceso de análisis mediante muestreo estadístico de los talleres metalmecánicos que existen en la ciudad de Riobamba, que nos permitió realizar una selección de dichos talleres e identificar factores peligrosos que son los principales causantes de lesiones musco esqueléticas que afectan al aparato osteomuscular, generando lumbalgias y dolores cervicales, es considerado de alto riesgo por las diferentes actividades realizadas de manera directa e indirecta por el ejercicio de su profesión y puede presentarse a través del tiempo, producir la incapacidad en los trabajadores; posteriormente realizar una evaluación ergonómica de los puestos de trabajo con la ayuda de un software que nos indicara de manera muy detallada los procedimientos, medidas correctivas a seguir y su diseño adecuado, para que estos se adapten al trabajador.

Con la finalidad de llegar al objetivo planteado nuestro estudio de mejora fue desarrollado en cuatro fases: - nos enfocaremos a la selección y al análisis de la situación actual de los talleres metalmecánicos, - la adquisición de las licencias originales y el manejo del software más adecuado para el análisis, - se evaluó los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores, - se estableció propuestas de readecuación y mejora de los puestos de trabajo.

ABSTRACT

The ergonomic study and analysis into workplaces at the metal mechanic shops from Riobamba city aims to maximize the comfort and well-being of employees ensuring safety at work and allowing to get an optimal performance and increase the productivity at the metal mechanic sector.

The study started with an analysis process by statistical sampling in the metal mechanic shops that exist in Riobamba city, allowing to select the shops and identify the principal dangerous factors that are the most common risk of muscular skeletal injuries affecting the musculoskeletal system, producing lumbago and cervical pain, it is considered high-risk of the different activities carried out in direct and indirect way by the exercise of their profession and can be presented through the time, causing worker disability; and then to carry out an ergonomic evaluation in the workplaces with a help of software which describes in great details the procedures, corrective actions to follow and its adequate design, in order to adapt to the worker.

For reaching the objectives proposed the study of improvement was developed in four phases: - it is focused to the selection and the analysis of the current situation of the metal mechanic shops, - the original license acquisition and the use of most adequate software for analysis, - the risks which the workers are exposed are exposed are evaluated, - it is established proposals of reorganization and improvement of workplaces.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 Antecedentes.

La ergonomía, la seguridad industrial y salud ocupacional, son sistemas que se han convertido en la actualidad en una importante herramienta para implementar acciones y planes que coordinen las distintas actividades dentro de las industrias refiriéndonos al sector metalmecánico para lo cual se identificarán las condiciones ergonómicas de los trabajadores en las industrias metalmecánicas . Ya que gracias a estos sistemas, las industrias adquieren ventajas competitivas debido al aseguramiento de la búsqueda de una mejora continua que permite controlar sus riesgos en materia de seguridad y salud ocupacional, proporcionando así, lugares de trabajo saludables y seguros para los trabajadores.

El estudio ergonómico y de seguridad en relación con el entorno que se lleva a cabo en el lugar de trabajo y que se realiza con los distintos trabajadores, se utiliza para determinar cómo diseñar o adaptar el lugar de trabajo al trabajador con el fin evitar distintos problemas de salud y aumentar la eficiencia. En otras palabras, para hacer que el trabajo se adapte al trabajador en lugar de obligar al trabajador a adaptarse a él. Esto involucra también imponer pausas en trabajos con movimientos repetitivos y tener cuidado de las malas posturas.

Hablar de ergonomía es hablar de una disciplina tecnológica que se encarga del diseño de puestos de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador. La ergonomía busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente), para lo cual elabora métodos de estudio de la persona, de la técnica y de la organización.

Muchas de las industrias no aplican ningún tipo de herramienta que les permita un análisis correcto de las lesiones a las cuales se ven expuestos los trabajadores en el día a día de sus funciones, por lo que se ha visto necesario la implementación de un software para dicho estudio.

1.2 Justificación.

El actual proyecto se lo va a desarrollar en los talleres metalmecánicos de la ciudad de Riobamba debido al desconocimiento por parte de los trabajadores sobre los distintos riesgos y enfermedades profesionales a los cuales se ven expuestos en las jornadas laborales.

Por lo que se pretende realizar un estudio ergonómico de los talleres metalmecánicos para evaluar carga postural, repetitividad y manejo de cargas en todos los movimientos que realiza el trabajador, para lo que se ha visto factible la adquisición de un software, el cual nos permitirá realizar un estudio ergonómico de los puestos de trabajo y nos servirá de guía para plantear soluciones y generar confort en los trabajadores.

La investigación proporcionará una correcta identificación de los problemas que se presenta en los trabajadores de acuerdo con los resultados emitidos por el software, el mismo que nos advierte en base a los resultados la posibilidad de prevenir y disminuir las lesiones laborales, a las cuales pueden estar expuestos los trabajadores.

El software facilita información sobre los niveles de riesgo a los que estarían expuestos los trabajadores, proporcionando informes de lo que sucede en cada puesto de trabajo, además permite la toma de datos a través de un dispositivo móvil, incluyendo videos fotografías y datos de evaluación, según la selección del software permite desarrollar diversas metodologías como son: REBA, RULA, OWAS, OCRA, INSHT, NIOSH, NISOH Multitarea y Tablas de Snook y Ciriello.

Debido a que en los talleres metalmecánicos de la ciudad de Riobamba no se han realizado estudios ergonómicos para determinar los niveles de riesgos a los cuales se ven expuestos los trabajadores tanto en el levantamiento manual de cargas, movimientos repetitivos, posturas estáticas y posturas forzadas, los cuales son factores directos de las enfermedades profesionales como lumbalgias, cervicalgias, afecciones musculoesqueléticas, stress, algunos factores psicosociales, etc. que con el transcurrir del tiempo los trabajadores adquieren, por esta razón se ha visto conveniente realizar el estudio ergonómico para lo cual emplearemos como herramienta un software de análisis ergonómico.

Finalmente, el estudio ergonómico permitirá, verificar las condiciones y procedimientos seguros en el trabajo, así como el uso correcto de técnicas, métodos y herramientas que se utilizan en el trabajo, sirviendo de guía para futuros estudios relacionados con el tema.

1.3 Objetivos.

1.3.1 *Objetivo general.* Realizar el estudio ergonómico mediante muestreo estadístico en los Talleres Metalmecánicos de la Ciudad de Riobamba aplicando software.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Establecer los fundamentos teórico-prácticos del software.

Determinar el tamaño de la muestra para conocer el número de talleres a ser analizados.

Determinar el método más apropiado para realizar la evaluación ergonómica de los puesto de trabajo sujeto de análisis en los diferentes talleres metalmecánicos de la ciudad de Riobamba.

Aplicar técnicamente el uso del software para el estudio ergonómico de los puestos de trabajo de los talleres metalmecánicos de la ciudad de Riobamba.

Analizar los datos emitidos por el software después de la evaluación realizada.

Comparar los resultados obtenidos entre los diferentes talleres y plantear posibles medidas correctivas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Estado del arte de ergonomía.

2.1.1 Definiciones. La ergonomía es una ciencia que se encarga del estudio adecuado de los puestos de trabajo, brindando bienestar y confort en cada trabajador y permite que estos se adapten a las características anatómicas, fisiológicas y psicológicas de cada trabajador, es decir el puesto de trabajo se debe adaptar a cada trabajador. Los especialistas en ergonomía estudian la relación entre el trabajador en el lugar de trabajo y el diseño que más se adapte a cada puesto de trabajo.

Se puede definir también a la ergonomía como una ciencia muy amplia que alberga las intimas condiciones que se producen en un ambiente laboral y estas pueden influir de forma directa e indirectamente en la salud del trabajador; comprendiendo factores como: la iluminación, el ruido, la temperatura, las vibraciones, las posiciones adoptadas en el trabajo, el diseño del puesto de trabajo, el diseño de las herramientas, el diseño de las máquinas y el de los asientos que utilizan los trabajadores.

A nivel mundial se dice que es una técnica preventiva que busca adaptar las condiciones y organización del trabajo al individuo. Su finalidad es el estudio de la persona en su lugar de trabajo y tiene como propósito conseguir el mayor grado de adaptación entre ambos. Su objetivo es hacer el trabajo lo más eficaz y cómodo posible.

Figura 1. Relación ergonómica hombre-máquina-entorno



Fuente: Autores

2.1.2 *Objetivos de la ergonomía.* Los objetivos que busca conseguir la ergonomía son muchos pero dentro de todos podemos definir tres principales, los cuales hacen referencia a los demás, y estos son:

Planear; las dimensiones adecuadas del puesto de trabajo para adaptarlo a las condiciones de cada trabajador.

Corregir; los errores que pueden cometer cada trabajador por un mal diseño del puesto de trabajo e identificar los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores.

Disminuir; los esfuerzos que realiza cada trabajador con un sistema adecuado Hombre – Máquina.

2.2 Finalidades de la ergonomía.

- Maximizar el bienestar y el confort de cada trabajador.
- Garantizar la seguridad en el trabajador.
- Reducir el alto grado de enfermedades profesionales.
- Incrementar la productividad.

2.3 Campos de aplicación de la ergonomía.

2.3.1 *Antropometría.* Es la ciencia encargada en estudiar las proporciones y las medidas de los segmentos corporales del cuerpo humano, a fin de establecer diferencias entre los individuos.

Su objetivo es diseñar tanto los equipos de protección individual, como las herramientas de trabajo, a la vez que determinar los espacios de trabajo y la ubicación de los elementos que hay en dichos espacios.

2.3.2 *Biomecánica.* Es una disciplina que se encarga del estudio del cuerpo, como si se tratara de un sistema mecánico.

El objetivo principal de la biomecánica es estudiar la forma en que el organismo ejerce fuerza y genera movimiento.

Esta disciplina se basa principalmente en la anatomía, la matemática y la física. Además ayuda a entender por qué algunas tareas provocan daños o enfermedades.

2.3.3 Fisiología. Determina la capacidad de esfuerzo máximo de las personas a la hora de poder ejecutar una actividad por medio de variables metabólicas y cardiovasculares.

También explica las modificaciones y las alteraciones que sufre el organismo por el efecto del trabajo realizado.

Tiene una importancia vital para determinar la mala condición de un trabajo, tanto en el ámbito individual para una persona como en el ámbito colectivo.

2.3.4 Ergonomía ambiental. Estudia las condiciones físicas que rodean a la persona, aquí se incluyen: ambiente térmico, ambiente visual, calidad de aire, ruido, vibraciones y que influyen a la hora de desempeñar un trabajo.

Tiene como objetivo conseguir que el 80% de las personas expuestas consideren que el ambiente de su lugar de trabajo es confortable.

2.3.5 Ergonomía cognitiva. Estudia la estructura de la información y comunicación para facilitar la comprensión entre las propias personas y las máquinas, es de especial importancia la consideración de los conocimientos y la experiencia previa de la persona.

Su aplicación está basada en el diseño y utilización de dibujos, textos, señalización de seguridad o en el diseño de equipos de trabajo con gran volumen de información, como programas de software o paneles y tableros de control con el objetivo de facilitar la comprensión.

2.3.6 Ergonomía de necesidades específicas. Analiza las adaptaciones que deben hacerse en los lugares de trabajo a fin de complementar las posibles deficiencias o discapacidades físicas de las personas expuestas.

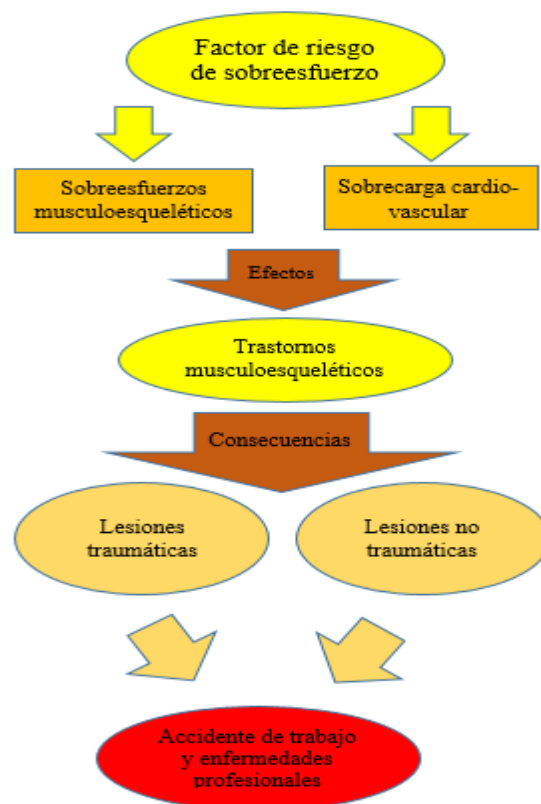
Tiene como objetivo diseñar y rediseñar sistemas de trabajo destinados a usuarios con alguna discapacidad física, permanente, transitoria o que se encuentren en proceso de rehabilitación e incluso para la población infantil y escolar.

2.4 Factores de riesgo ergonómicos.

2.4.1 Sobre esfuerzo físico. Es la consecuencia de una exigencia fisiológica excesiva en el desarrollo de fuerza mecánica para realizar una determinada acción en el trabajo. El sobreesfuerzo supone una exigencia de fuerza que supera a la considerada como extremo aceptable y sitúa al trabajador en niveles no tolerables; las consecuencias de esta excesiva actividad repercuten negativamente en el organismo del trabajador originando trastornos músculo esquelético y efectos nocivos en su sistema cardiovascular.

Las características funcionales de la columna le permiten una carga física de trabajo limitada y si este límite se excede hablamos de sobreesfuerzo. Las consecuencias pueden ir desde la simple fatiga de los músculos y ligamentos que sostienen la estructura ósea hasta las fracturas de las vértebras.

Figura 2. Causas y consecuencias de sobreesfuerzos por el trabajo



Fuente: Autores

2.4.2 Movimiento corporal repetitivo. Se entiende por movimientos repetitivos a un grupo de movimientos continuos de ciclos de trabajo, similares y mantenidos durante un trabajo provocando fatiga muscular, sobrecarga, dolor y por último lesión.

El trabajo se considera repetitivo cuando la duración del ciclo de trabajo fundamental es menor de 30 segundos o cuando se repiten los mismos movimientos durante más del 50% de la duración del ciclo de trabajo. Se entenderá por ciclo la sucesión de operaciones necesarias para ejecutar una tarea u obtener una unidad de producción.

Los ciclos de trabajo cortos y repetitivos (menos de 30 segundos), acompañados del ritmo de trabajo elevado, son uno de los principales problemas a la hora de sufrir lesiones músculo esqueléticas, manifestándose especialmente en lesiones de espalda y miembros superiores.

Figura 3. Movimientos repetitivos



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

2.4.3 Manejo manual de carga (MMC). Se entenderá por manipulación manual de cargas, cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características inadecuadas entrañe riesgos en particular dorso lumbares, para los trabajadores.

Se considera que toda carga (guía técnica del INSHT) que pese más de 3 Kg puede entrañar un potencial riesgo dorso lumbar, ya que a pesar de ser una carga bastante ligera, si se manipula en unas condiciones ergonómicas desfavorables (alejada del cuerpo, con suelos inestables, etc.) podría generar un riesgo.

De la misma manera, las cargas que pesen más de 25 Kg muy probablemente constituyan un riesgo en sí mismas, aunque no existan otras condiciones ergonómicas desfavorables.

2.4.3.1 Carga. Es cualquier objeto susceptible de ser movido y que puede ser tanto dinámica como estática.

- Carga dinámica. Se refiere a lo que se suele entender como actividad física y está íntimamente relacionada con el gasto energético.
- Carga estática. Está asociada a las posturas de trabajo y a la actividad isométrica de los músculos

2.4.3.2 Peso máximo de cargas recomendados. Según la guía técnica de manipulación manual de cargas elaborada por el INSHT.

Disposición final del Real Decreto 487/1997, a modo de indicación general, el peso máximo que se recomienda no sobrepasar en condiciones ideales de manipulación es de 25 kg, protegiendo así al 85% de la población trabajadora sana.

Si la población expuesta está formada por mujeres, trabajadores jóvenes o mayores, o si se quiere proteger a la mayoría de la población, no se deberían manejar cargas superiores a 15 kg con ello se protegería al 95% de la población trabajadora sana y a un 90% de mujeres, trabajadores jóvenes y mayores.

En circunstancias especiales, los trabajadores sanos y entrenados físicamente podrían manipular cargas de hasta 40 kg, siempre que la tarea se realice de forma esporádica y en condiciones seguras.

Tabla 1. Peso máximo recomendado para levantar

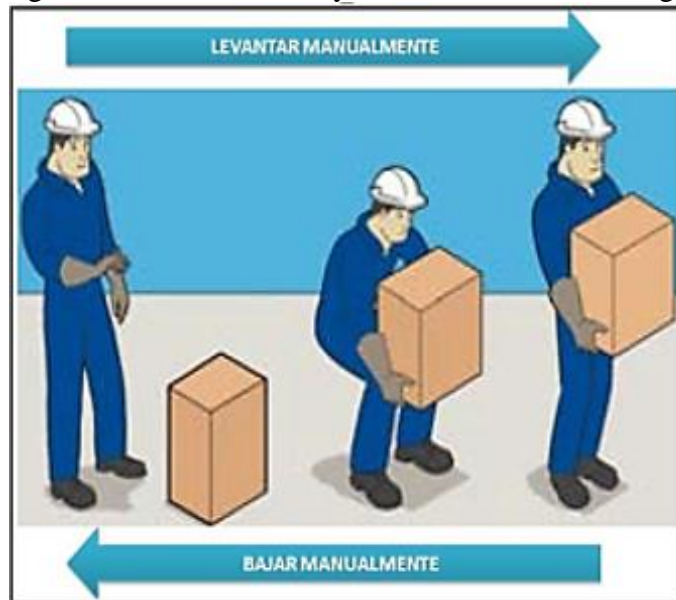
Situación	Peso máximo [kg]	Factor de corrección	Población protegida [%]
General	25	1	85
Mayor protección	15	0,6	95
Trabajadores entrenados (situaciones aisladas)	40	1,6	Datos no disponibles

Fuente: Guía técnica de manipulación de cargas elaborada por el INSHT

2.4.3.3 Movimientos realizados en la manipulación manual de cargas

- Levantar manualmente. Mover un objeto desde su posición de reposo, hacia arriba, sin asistencia mecánica.
- Bajar manualmente. Mover un objeto desde su posición de reposo, hacia abajo, sin asistencia mecánica.

Figura 4. Levantamiento y descenso manual de carga.



Fuente: INSHT

2.4.3.4 Posición de la carga con respecto al cuerpo, esta se define por dos factores:

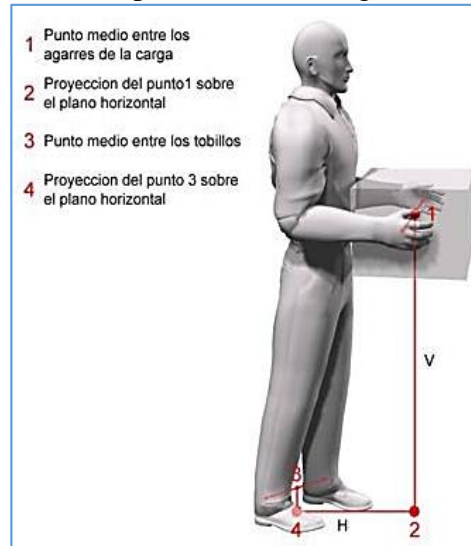
- La altura o Distancia Vertical (V) a la que se maneja la carga.

Se considera la distancia desde el suelo al punto en que las manos sujetan el objeto.

- La separación con respecto al cuerpo o Distancia Horizontal (H) de la carga al cuerpo.

Distancia entre el punto medio de las manos al punto medio de los tobillos durante la posición de levantamiento de la carga. En circunstancias especiales, los trabajadores sanos y entrenados físicamente podrían manipular cargas de hasta 40 kg, siempre que la tarea se realice de forma esporádica y en condiciones seguras.

Figura 5. Medición de la posición de la carga con respecto al cuerpo.



Fuente: Guía técnica para la manipulación manual de cargas del INSHT

2.4.3.5 Transporte manual de cargas. Es desplazar un objeto que se mantiene cargado y es movido horizontalmente por una fuerza humana.

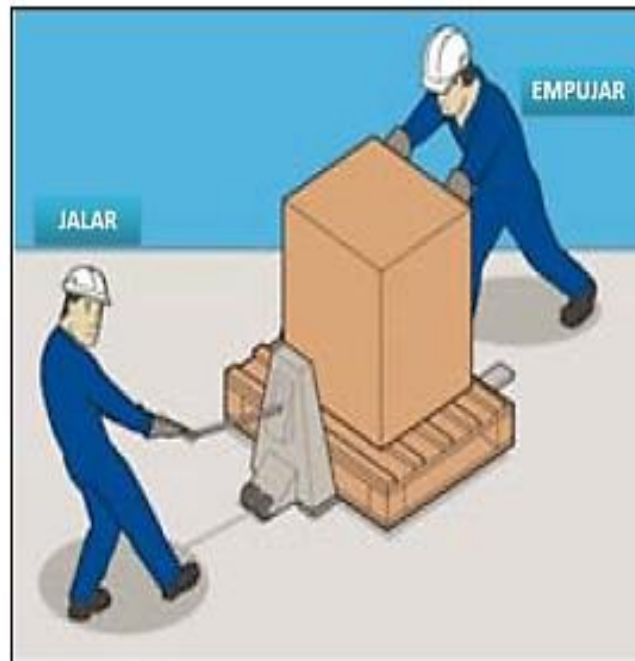
Figura 6. Transporte manual de cargas.



Fuente: Guía técnica para la manipulación manual de cargas del INSHT

2.4.3.6 Empujar y jalar una carga. El empuje de una carga es un esfuerzo físico humano donde la fuerza aplicada es dirigida hacia el frente y lejos del cuerpo del trabajador, mientras éste se para o se mueve hacia adelante y el jalar es todo esfuerzo físico humano donde la fuerza aplicada es al frente del cuerpo y en una dirección hacia el cuerpo, mientras éste se para o se mueve hacia atrás.

Figura 7. Empujar y jalar una carga.



Fuente: Guía técnica para la manipulación manual de cargas del INSHT

2.4.4 *Consecuencias en la salud por la manipulación manual de cargas.* Las heridas más frecuentes son: contusiones, cortes, heridas, fracturas que pueden producirse en cualquier zona del cuerpo, pero son más sensibles los miembros superiores, y la espalda.

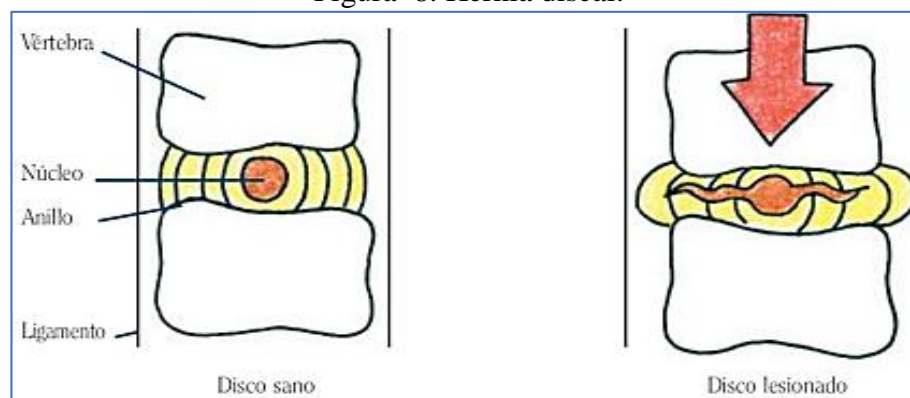
Las consecuencias propias de la manipulación manual de cargas son los trastornos musculo esqueléticos y las afecciones en la zona dorso-lumbar que pueden ir desde lumbalgias, cervicalgias, hernias discales e incluso fracturas vertebrales por sobreesfuerzos.

2.4.4.1 *Trastornos músculo esqueléticos.* Se conocen como alteraciones que afectan principalmente a las partes blandas del aparato locomotor: músculos, las articulaciones, tendones, ligamentos, nervios, huesos y el sistema circulatorio, causadas fundamentalmente por el trabajo.

Estas lesiones se manifiestan con dolor y limitación funcional de la zona afectada, que dificultan o impiden realizar el trabajo.

En la mayoría de los casos los trastornos músculo esqueléticos de origen laboral se van desarrollando con el pasar del tiempo y son provocados por el entorno en el que éste se lleva a cabo.

Figura 8. Hernia discal.



Fuente: Unión de Cooperativas Madrileñas de Trabajo Asociado (UCMTA).

Las patologías músculo-esqueléticas se dividen en:

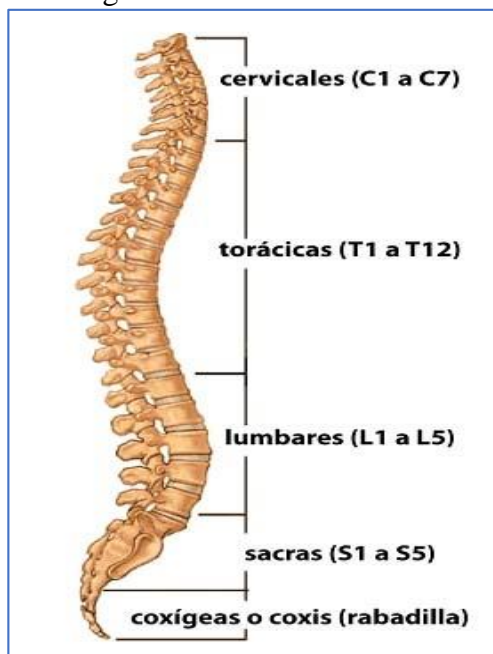
- Patologías articulares: afectan principalmente a las articulaciones (mano, muñeca, codo, rodilla), generalmente son consecuencia del mantenimiento de posturas forzadas, aunque influye también la excesiva utilización de la articulación.
- Patologías periarticulares: son conocidas como reumatismos de partes blandas. Pertenecen a este grupo de patologías las lesiones del tendón, la tenosinovitis, las lesiones de los ligamentos, la bursitis, el ganglio, las mialgias, las contracturas y el desgarro muscular.
- Patologías óseas: lesiones que afectan a los huesos

2.4.4.2 Afecciones dorso-lumbares. Las afecciones dorso-lumbares son alteraciones que sufre la columna vertebral, la cual está formada de cinco regiones bien diferenciadas: presenta 7 vértebras cervicales, 12 vértebras dorsales, 5 vértebras lumbares, 5 vértebras sacras y 3 a 5 vértebras coxígeas.

Las afecciones más frecuentes de la columna vertebral son: lumbalgia aguda (dolor lumbar), cervicalgias, hernia discal (protuberancia del disco vertebral), aplastamiento vertebral o encajamiento discal.

Entre los factores que pueden originar el riesgo dorso-lumbar están: características de la carga, esfuerzo físico a realizar, características del medio de trabajo, exigencias de la actividad y características propias del trabajador.

Figura 9. Regiones de la columna vertebral.



Fuente: Afecciones dorso-lumbares, según la guía técnica del INSHT.

2.5 Análisis estadístico.

2.5.1 Determinación del tamaño de la muestra. A través de la información proporcionada por parte del departamento de rentas del Ilustre Municipio de Riobamba en el cual se hace conocer en su índice estadístico de registro de patentes para el año 2015 con un total de 90 talleres metalmecánicos en general de los cuales se clasifican en dos grupos semi-tecnificado y artesanal, tomando en cuenta que en la ciudad de Riobamba no existen talleres metalmecánicos con tecnología adecuada como para considerar y clasificar de tipo tecnificado solo se considera las dos clasificaciones de esta manera se determina el total de la población para la investigación.

El tamaño de la muestra se calcula por medio de un método estadístico simple como es el muestreo aleatorio simple. En un muestreo aleatorio simple todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados.

La selección de la muestra puede realizarse a través de cualquier mecanismo probabilístico en el que todos los elementos tengan las mismas opciones de salir. Por ejemplo uno de estos mecanismos es utilizar una tabla de números aleatorios, o también con un ordenador generar números aleatorios, comprendidos entre cero y uno, y multiplicarlos por el tamaño de la población.

De acuerdo con este método se escoge al azar tres talleres del total de la población para posterior realizar el estudio y aplicación de la metodología más adecuada para el análisis de riesgos ergonómicos, luego se conoce los nombre de los talleres seleccionados siendo así:

- Carrocerías Mayorga
- Mecánica Industrial Núñez
- CEDICOM (Epoch)

2.6 Descripción del software para evaluación ergonómica.

2.6.1 Ergo/IBV. Es un software que permite evaluar riesgos ergonómicos y psicosociales asociados al puesto de trabajo. Ergo/IBV es la aplicación más utilizada por técnicos de prevención y salud laboral en España.

Permite analizar tareas repetitivas del miembro superior con ciclos de trabajo claramente definidos, con el fin de evaluar el riesgo de lesión musculoesquelética en la zona del cuello-hombro y en la zona de la mano-muñeca.

Una vez analizados los datos obtenidos en el análisis de las tareas, se emiten los resultados plasmados en un informe final que debe contener, principalmente, datos generales relacionados con el puesto de trabajo y las actividades realizadas, para posteriormente obtener los niveles de riesgo y las recomendaciones o acciones correctivas.

2.6.2 Ergomet 3.0. Aplicación para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo del Instituto de Ergonomía, facilita el uso de los métodos RULA, REBA, STRAIN INDEX, OCRA, OWAS, NIOSH, INSHT, UNE EN-1005 y herramienta MIC.

Permite trabajar por empresa, añadir puestos de trabajo a cada empresa, generar informes en Word, añadir vídeo y capturar fotos. La aplicación tiene como objetivo ayudar a los técnicos en su labor diaria, descargándoles de la tediosa labor de cálculo, redacción de informes, etc.

2.6.3 ErgoSoft Pro 2.0. Es una aplicación muy completa adecuada para realizar el análisis ergonómico aplicando diferentes métodos para el análisis de los puestos de

trabajo, el manejo del programa es sencillo ya que aprovecha todas las características y facilidades de presentación que proporciona el entorno de Windows.

Se puede aplicar para cualquier empresa.

Características y metodología de ErgoSoft Pro 2.0.

- Permite la toma de datos desde un dispositivo móvil Android, incluyendo vídeo, fotografía y datos de evaluación.
- Gestiona y memoriza condiciones de trabajo y medidas preventivas.
- Trabajo en una sola pantalla de gestión del puesto.
- Permite compartir datos entre técnicos.
- Información de niveles de riesgo, medidas y mapas de riesgos.
- Generación de informes seleccionando los puestos.
- Reducción drástica de tiempos de generación de informe.
- Generación de informes por tarea y por empresa.
- Selección de los puestos a incluir en el informe.
- Metodologías: REBA, RULA, OWAS, OCRA, INSHT, NIOSH, NIOSH Multitarea y Tablas de Snook y Ciriello.

2.6.4 *Toolbox*. Es un software para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo y la gestión de la información derivada. Con Toolbox dispone usted de una potente herramienta de apoyo en la gestión y evaluación ergonómica de puestos de trabajo.

Puede evaluar puestos para detectar la presencia de factores de riesgo ergonómico y obtener recomendaciones de rediseño.

2.7 Selección del software para la evaluación

Luego de haber analizado detenidamente los distintos software`s mencionados anteriormente, se define que usaremos para el análisis ergonómico de los talleres metalmecánicos de la ciudad de Riobamba el software *ErgoSoft Pro 2.0*, por la facilidad que brinda en sus aplicaciones y su compatibilidad con el sistema operativo Windows, además cuenta con la mayoría de métodos de evaluación ergonómica para levantamiento manual de cargas, posturas forzadas y movimientos repetidos que son nuestro enfoque de estudio, dotando de información de los niveles de riesgo y los mapas de riesgo.

Además su manejo es sencillo, tiene la gran ventaja de toma de datos desde un teléfono móvil Android, incluyendo vídeo, fotografía y datos de evaluación.

2.8 Métodos de evaluación.

2.8.1 Para movimientos repetitivos. El método RULA Y OCRA.

2.8.1.1 Método RULA. *Rapid Upper Limb Assessment (Evaluación rápida de miembro superior).* Evalúa posturas concretas, la aplicación del método comienza con la observación de la actividad del trabajador durante varios ciclos de trabajo. A partir de esta observación se deben seleccionar las tareas y posturas más significativas, bien por su duración, o bien por una mayor carga postural. Éstas serán las posturas que se evaluarán.

Si el ciclo de trabajo es largo se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares. En este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura.

Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto de determinadas referencias en la postura estudiada). Estas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador mediante transportadores de ángulos, electrogoniómetros, o cualquier dispositivo que permita la toma de datos angulares.

No obstante, es posible emplear fotografías del trabajador adoptando la postura estudiada y medir los ángulos sobre éstas. Si se utilizan fotografías es necesario realizar un número

suficiente de tomas, desde diferentes puntos de vista (alzado, perfil, vistas de detalle.), y asegurarse de que los ángulos a medir aparecen en verdadera magnitud en las imágenes.

El método debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado.

El evaluador experto puede elegir el lado que aparentemente esté sometido a mayor carga postural, pero en caso de duda es preferible analizar los dos lados.

El método Rula divide el cuerpo en dos grupos, el grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco.) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

La clave para la asignación de puntuaciones a los miembros es la medición de los ángulos que forman las diferentes partes del cuerpo del operario. El método determina para cada miembro la forma de medición del ángulo.

Posteriormente, las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea.

Por último, se obtiene la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados. El valor final proporcionado por el método RULA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones musculoesqueléticas.

El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orientan al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. Los niveles de actuación propuestos van del nivel 1, que estima que la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 4, que indica la necesidad urgente de cambios en la actividad.

2.8.1.2 Método OCRA. Occupational Repetitive Action (Acción ocupacional repetitiva). Es un método de evaluación de la exposición a movimientos y esfuerzos

repetitivos de los miembros superiores, Dichas dolencias son también denominadas LMR (Lesiones por Movimientos Repetitivos).

El método OCRA permite evaluar el nivel de riesgo presente en una tarea, o varias tareas, causado por la exposición del trabajador a la repetitividad de movimientos, considerando factores de riesgo como: la frecuencia de los movimientos, la fuerza requerida, las posturas forzadas, la duración de la tarea/s, los periodos de recuperación y pausas, y otros factores adicionales (vibraciones, exactitud, compresión, ritmo impuesto por la máquina).

El método obtiene un valor cuantitativo denominado índice OCRA que indica si se trata de una tarea/s repetitiva aceptable ($\text{Índice OCRA} \leq 2,2$), o bien con riesgo medio de lesión para el trabajador ($2,3 \leq \text{Índice OCRA} \leq 3,5$), o de riesgo alto de lesión ($\text{Índice OCRA} > 3,5$). Además, en base a dicho índice es posible predecir el número de lesiones músculo-esqueléticas en los miembros superiores por exposición a la repetitividad (UNE-EN 1005-5), $(\text{UE WMSDs} = (4,2 \pm 1) \times \text{Índice OCRA})$.

2.8.2 *Para posturas forzadas.* El método REBA y el OWAS.

2.8.2.1 *Método REBA.* Rapid Entire Body Assessment (Evaluación rápida de todo el cuerpo). Este método estas consolidándolo como una de las herramientas más difundidas y utilizadas para el análisis de la carga postural ya que permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. Permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas, e incorpora como novedad la posibilidad de señalar la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables.

Cabe destacar la inclusión en el método de un nuevo factor que valora si la postura de los miembros superiores del cuerpo es adoptada a favor o en contra de la gravedad. Se considera que dicha circunstancia acentúa o atenúa, según sea una postura a favor o en contra de la gravedad, el riesgo asociado a la postura. Es un método de evaluación de la exposición a movimientos y esfuerzos repetitivos de los miembros superiores, Dichas dolencias son también denominadas LMR

El método REBA es una herramienta de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para la prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas.

2.8.2.2 Método OWAS. Ovako Working Analysis System. Es un método sencillo y útil destinado al análisis ergonómico de la carga postural. Su aplicación, proporciona buenos resultados, tanto en la mejora de la comodidad de los puestos, como en el aumento de la calidad de la producción, consecuencia ésta última de las mejoras aplicadas.

OWAS basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, permitiendo identificar hasta 252 posiciones diferentes como resultado de las posibles combinaciones de la posición de la espalda (4 posiciones), brazos (3 posiciones), piernas (7 posiciones) y carga levantada (3 intervalos).

2.8.3 Para movimiento de cargas. El método NIOSH (simple tarea, multitarea), la guía del INSHT, y las tablas de Snook y Ciriello (empuje/tracción).

2.8.4 Método NIOSH. La ecuación de NIOSH permite evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga, ofreciendo como resultado el peso máximo recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) que es posible levantar en las condiciones del puesto para evitar la aparición de lumbalgias y problemas de espalda.

Además, el método proporciona una valoración de la posibilidad de aparición de dichos trastornos dadas las condiciones del levantamiento y el peso levantado.

Los resultados intermedios sirven de apoyo al evaluador para determinar los cambios a introducir en el puesto para mejorar las condiciones del levantamiento.

Básicamente son tres los criterios empleados para definir los componentes de la ecuación: biomecánico, fisiológico y psicofísico.

- El criterio biomecánico, se basa en que al manejar una carga pesada o una carga ligera incorrectamente levantada, aparecen momentos mecánicos que se transmiten por los segmentos corporales hasta las vértebras lumbares dando lugar a un acusado estrés. A través del empleo de modelos biomecánicos, y usando datos recogidos en estudios sobre la resistencia de dichas vértebras, se llegó a considerar un valor de 3,4 KN como fuerza límite de compresión en la vértebra L5/S1 para la aparición de riesgo de lumbalgia.
- El criterio fisiológico, reconoce que las tareas con levantamientos repetitivos pueden fácilmente exceder las capacidades normales de energía del trabajador, provocando una prematura disminución de su resistencia y un aumento de la probabilidad de lesión. El comité NIOSH recogió unos límites de la máxima capacidad aeróbica para el cálculo del gasto energético y los aplicó a su fórmula. La capacidad de levantamiento máximo aeróbico se fijó para aplicar este criterio en 9,5 kcal/min.
- El criterio psicofísico, se basa en datos sobre la resistencia y la capacidad de los trabajadores que manejan cargas con diferentes frecuencias y duraciones, para considerar combinadamente los efectos biomecánico y fisiológico del levantamiento

La ecuación de NIOSH calcula el peso límite recomendado mediante la siguiente fórmula:

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM \quad (1)$$

En la que *LC* es la constante de carga y el resto de los términos del segundo miembro de la ecuación son factores multiplicadores que toman el valor 1 en el caso de tratarse de un levantamiento en condiciones óptimas, y valores más cercanos a 0 cuanto mayor sea la desviación de las condiciones del levantamiento respecto de las ideales.

Así pues, RWL toma el valor de LC (23 kg) en caso de un levantamiento óptimo, y valores menores conforme empeora la forma de llevar a cabo el levantamiento. El comité NIOSH recogió unos límites de la máxima capacidad aeróbica para el cálculo del gasto energético y los aplicó a su fórmula.

2.8.5 *La guía del INSHT.* Trata de resumir el contenido de la "Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas", cuya versión fue diseñada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El método se fundamenta no sólo en las disposiciones sobre seguridad y salud relativas a manipulación de cargas españolas, sino que completa sus recomendaciones con las indicaciones que al respecto recogen el Comité Europeo de Normalización (Norma CEN - prEN1005 - 2) y la "International Standardization Organization" (Norma ISO - ISO/CD 11228) entre otras. El método trata de preservar al trabajador de posibles lesiones derivadas del levantamiento, evaluando con especial cuidado los riesgos que afectan más directamente a dicha parte del cuerpo, en especial a la zona dorso-lumbar. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Las lesiones derivadas del levantamiento de cargas pueden originarse como consecuencia de unas condiciones ergonómicas inadecuadas para el manejo de las mismas (cargas inestables, sujeción inadecuada, superficies resbaladizas), debido a las características propias del trabajador que la realiza (falta de información sobre las condiciones ideales de levantamiento, atuendo inadecuado) o por el levantamiento de peso excesivo. Aspectos todos ellos recogidos por el método.

El método parte de un valor máximo de peso recomendado, en condiciones ideales, llamado Peso teórico, a partir del cual y tras considerar las condiciones específicas del puesto, tales como el peso real de la carga, el nivel de protección deseado, las condiciones ergonómicas y características individuales del trabajador, obtiene un nuevo valor de peso máximo recomendado, llamado peso aceptable, que garantiza una actividad segura para el trabajador.

2.8.6 *Las tablas de SNOOK Y CIRIELLO (empuje /tracción).* El estudio incluía un conjunto de tablas con los pesos máximos aceptables para diferentes acciones como el levantamiento, el descenso, el empuje, el arrastre y el transporte de cargas, diferenciados por géneros.

Los estudios realizados para la elaboración y revisión de las tablas indican el peso máximo aceptable corresponde al mayor peso que una persona puede levantar a una frecuencia dada y durante determinado tiempo, sin llegar a estresarse o a cansarse excesivamente.

Los pesos máximos aceptables son determinados para cinco porcentajes (10, 25, 50, 75 y 90), que indican los pesos máximos permitidos para que la acción sea segura para el 10, 25, 50, 75 y 90 % de la población masculina o femenina.

El objetivo de las tablas SNOOK Y CIRIELLO es proporcionar directrices para la evaluación y el diseño de tareas con manipulación manual de cargas sensibles a las limitaciones y capacidades de los trabajadores, y de este modo, contribuir a la reducción de las lesiones de tipo lumbar.

CAPÍTULO III

3. INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE ERGOSOFT PRO 2.0

El software “ErgoSoft Pro 2.0” es una aplicación informática adecuada para realizar el análisis ergonómico según diferentes métodos que se aplican en los puestos de trabajo.

Utiliza como sistema de valoración:

- Para movimientos repetitivos: el método RULA Y OCRA.
- Para posturas forzadas: el método REBA y el OWAS.
- Para movimiento de cargas: el método NIOSH (simple tarea, multitarea), la guía del INSHT, y las tablas de Snook y Ciriello (empuje/tracción).

El programa funciona en ordenadores compatibles bajo el sistema operativo Windows, aprovechando todas las características y facilidades de presentación que proporciona este entorno, por lo que su manejo resulta práctico y sencillo.

3.1 Aplicación del software ErgoSoft pro 2.0

3.1.1 *Requisitos e instalación del software ErgoSoft Pro en el operador.*

3.1.1.1 *Requisitos del sistema operativo para la instalación del software.* Para proceder a la instalación del software ErgoSoft Pro los requerimientos mínimos de Hardware/Software son los siguientes:

- Ordenador personal compatible.
- 1 Gb de memoria RAM.
- 50 Mb de espacio disponible en el disco duro.
- VGA color resolución mínima de 1024x768.
- Monitor VGA color.
- Windows XP o superior.

- Tener instalado en el ordenador Word 2007 o superior.

3.1.2 *Instalación del software ErgoSoft Pro 2.0 en el operador.* Para proceder a la correcta instalación del programa se debe entrar a la dirección indicada con el usuario y el password proporcionados luego de haber cancelado el costo de la licencia.

En esta página se detallan las instrucciones para descargar el software en un archivo que se debe descomprimir y ejecutar el archivo instalar, el cual será guiado por medio de mensajes en la pantalla del ordenador.

El programa instalar transfiere los archivos desde el disco de instalación a un directorio que este crea en el disco duro del ordenador.

Una vez instalado el Software ErgoSoft Pro 2.0 en el ordenador se crea automáticamente un acceso directo en el escritorio.

Con doble clic ejecutamos el programa y nos aparecerá que necesita un código de acceso para ejecutarlo, este código es otorgado en el paquete de instalación los introducimos y se nos ejecutara.

3.2 Detalle de manejo y funcionamiento del software ErgoSoft Pro 2.0

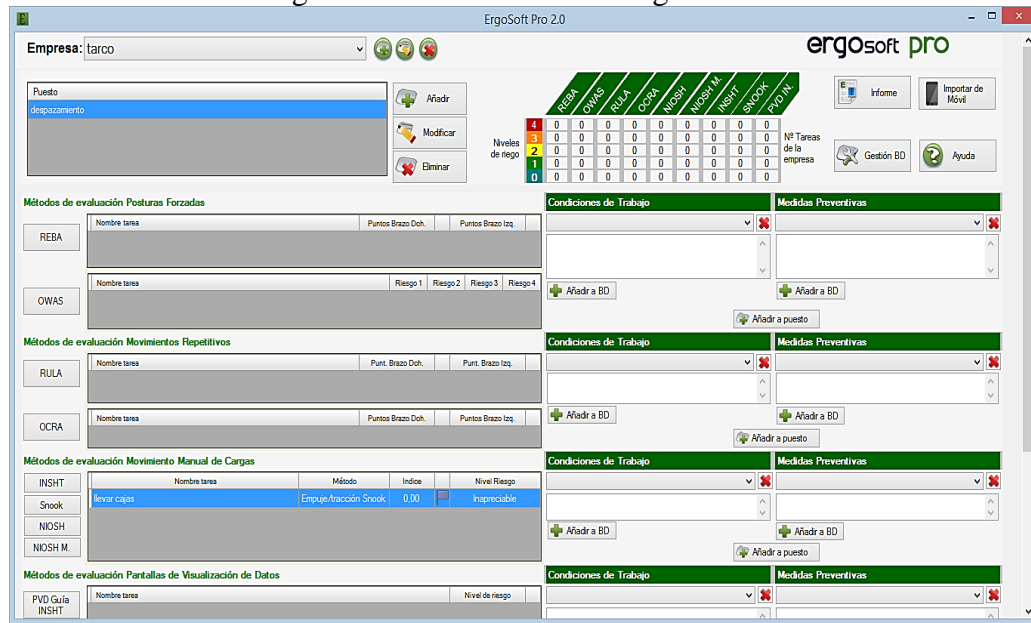
El manejo del software ErgoSoft Pro 2.0 es sencillo ya que aprovecha todas las características y facilidades de presentación que brinda Windows.

3.2.1 *Ejecutar el programa.* Para ejecutar el inicio del programa se debe pulsar el botón inicio de Windows y después el icono ErgoSoft Pro.

Seguidamente aparecerá la pantalla de presentación en la que se encuentran clasificados por su uso en distintos botones uno para cada método que se requiera utilizar.

Además aparecerá el nombre de la empresa en la cual se realizara la evaluación de los distintos riesgos ergonómicos, en el caso de no aparecer ninguna en el desplegable hay que pulsar sobre el botón añadir empresa, los puestos de trabajo que aparecen son los que están asociados a la empresa seleccionada.

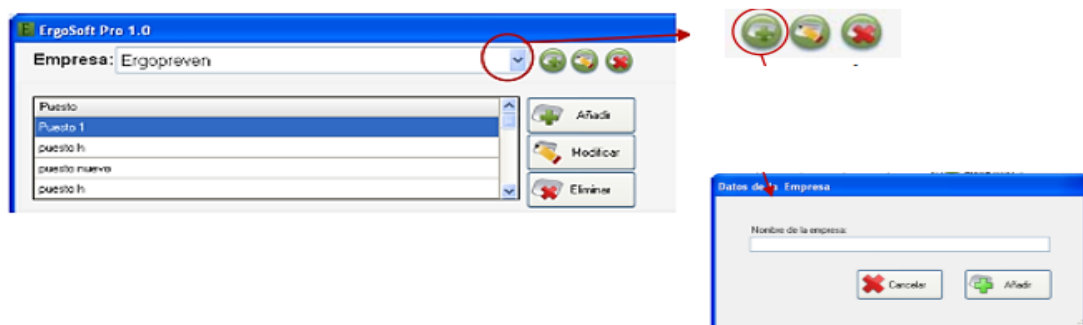
Figura 10. Presentación de ErgoSoft 2.0



Fuente: Autores

3.2.2 Seleccionar una empresa. Pulsando sobre el desplegable aparece un listado de las empresas introducidas y a lado se encuentran los botones que se deben pulsar para añadir una nueva empresa o modificar los datos de las existentes, al seleccionar una los puestos que aparecerán en el listado principal son los correspondientes a dicha empresa

Figura 11. Introducir una empresa

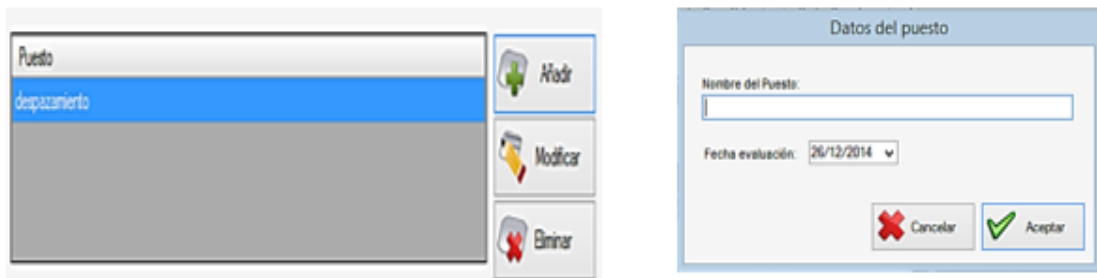


Fuente: Autores

3.2.3 Seleccionar un puesto de trabajo. Tendremos el listado de los que tenemos para la empresa seleccionada, pulsando añadir puesto aparece la pantalla de introducir datos del puesto que se va a analizar, fecha de evaluación. Dicho puesto perteneciera a la empresa seleccionada.

La pantalla para añadir el puesto o modificar los datos del puesto aparece pulsando sobre los botones correspondientes añadir puesto o modificar puesto.

Figura 12. Selección del puesto de trabajo

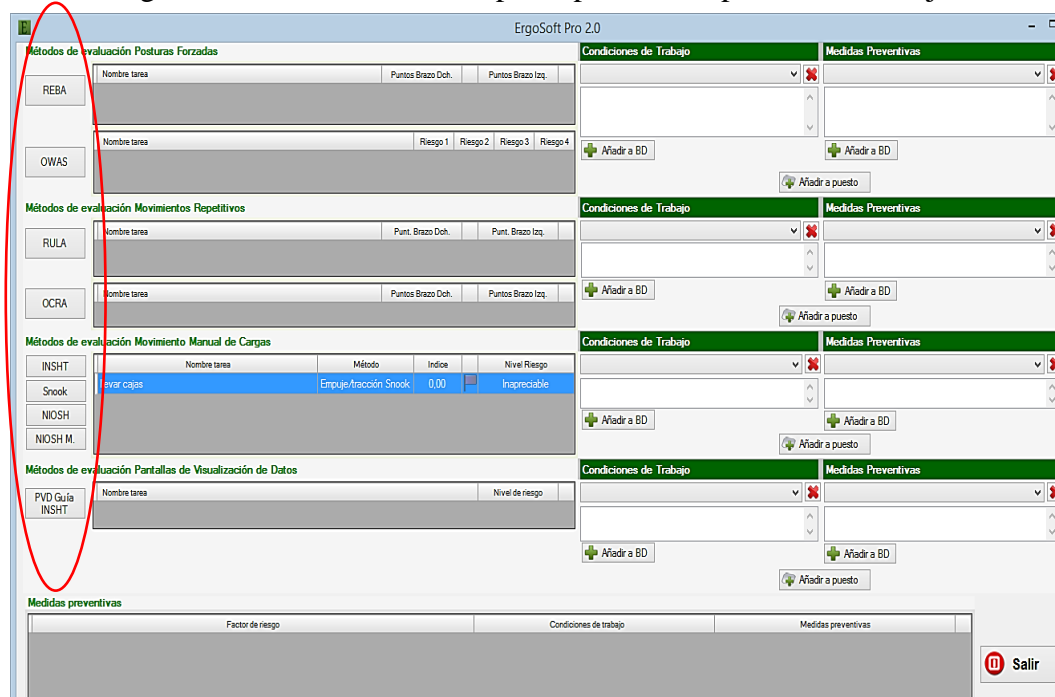


Fuente: Autores

3.2.4 Métodos de aplicación al seleccionar el puesto de trabajo. Para acceder a los métodos pulsamos el botón del método correspondiente a aplicar al puesto que tenemos seleccionado.

Se puede utilizar distintos métodos y en cada uno de ellos definir distintas tareas a evaluar con el método seleccionado.

Figura 13. Distintos métodos para aplicar a los puestos de trabajo



Fuente: Autores

En la parte superior de la pantalla principal encontramos un resumen de la evaluación de todas las tareas correspondientes a la evaluación de la empresa seleccionada en cada uno de los métodos utilizados, así visualizamos las tareas con los distintos niveles de riesgo desde el muy alto nivel 4, al sin riesgo nivel 0.

Tabla 2. Resumen de evaluación de riesgos ergonómicos.

Nivel de riesgo	N° Tarea de la empresa							
	REBA	OWAS	RULA	OCRA	NIOSH	NIOSH M.	INSHT	SNOOK
4	1	6	1	0	1	0	2	1
3	0	0	2	0	0	1	0	13
2	2	2	1	1	4	3	0	0
1	0	3	0	1	1	1	0	5
0	18	0	4	10	0	1	2	0

Fuente: Autores

3.3 Esclarecimiento de los métodos de evaluación de ErgoSoft Pro 2.0

3.3.1 Método RULA. La definición del método Rula (Rappid Upper Limb Disorders) es uno de los más difundidos y utilizados en Ergonomía para la evaluación de puestos de trabajo en la industria. Desarrollado por Mc. Atamney y Corlett en 1993, el cual analiza la relación entre exposición a determinadas posturas, la fuerza necesaria y el tipo de actividad muscular empleada con respecto al riesgo de lesión producido por las mismas.

Se trata de un método dotado de gran fiabilidad en aquellos trabajos con movimientos repetidos o reiterados que competen a los miembros superiores, pero tiene la desventaja de proporcionar índices de riesgo elevado cuando el trabajo no es fijo como, por ejemplo, en un montaje en cadena (penaliza caminar).

En función de los datos obtenidos durante la observación de las posturas se determinan cuatro posibles niveles de actuación:

Tabla 3. Niveles de actuación para el método

Nivel de actuación	Puntuación RULA	Nivel de riesgo	Intervención ergonómica
1	1 - 2	Inapreciable	Situaciones ergonómicamente aceptable
2	3 - 4	Bajo	Investigar. Situación que pueda necesitar mejora.
3	5 - 6	Medio	Instaurar modificaciones en corto espacio de trabajo
4	7	Alto	Actuación inmediata

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

En una tarea concreta se debe analizar:

- La postura más frecuente.

- Las posturas representativas aquellas que ocupan de 10%-15% de la tarea.
- La peor de las posturas posibles.

3.3.1.1 Grupos que se deben analizar. El método Rula separa en miembros superiores grupo A (brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca) y miembros inferiores grupo B (eje corporal: cuello, tronco y piernas).

Para conocer el índice postural tanto del grupo A (brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca) como del grupo B (eje corporal: cuello, tronco y piernas) se mide en primer lugar la separación de la articulación estudiada, en relación con la vertical, en el plano sagital; es decir, la flexión o extensión. Si la tarea es simétrica sólo se analiza lo sucedido en un brazo, generalmente el derecho; si es asimétrica, se deben analizar los dos.

3.3.1.2 Miembro superior. Grupo A. En el grupo A se analizan los movimientos realizados con el hombro, los codos y la muñeca. A mayor puntuación corresponde mayor riesgo.

- En el hombro

Si la flexión o extensión es igual o menor de 20° se cataloga como 1; entre 20° y 45° de flexión o más de 20° de extensión, sería un 2; cuando el brazo se encuentra entre 45° y 90° de flexión de hombro, el índice es un 3 y si está por encima del nivel de los hombros, un 4.

A la puntuación obtenida de acuerdo a la desviación en el plano sagital, se le añade un punto en función de que el brazo está separado/rotado; otro punto si el brazo está elevado.

En el grupo A se analiza los movimientos realizados con el hombro, los codos y la muñeca. A mayor puntuación corresponde mayor riesgo.

Lo que sucede cuando se levanta el brazo más de 120° o se eleva el muñón del hombro; y se resta uno si se apoya o está favorecido por la gravedad (el brazo se separa del cuerpo cuando flexionamos el tronco, para mantener el equilibrio).

La puntuación máxima posible del hombro es 6; la mínima siempre será de 1.

- En el codo

Tendrá una puntuación de 1 cuando se encuentra flexionado entre 60° y 100°; será de 2 cuando está extendido (por debajo de 60°) o flexionado más de 100°. Se le sumará igualmente un punto si el antebrazo cruza la línea media o se separa externamente de la línea media más de 45°. Puntuación total máxima, 3.

- En la muñeca:





















Se presentan tres circunstancias distintas: si está neutra, es un 1; con menos de 15° de flexión o extensión de la muñeca, un 2; y cuando es más de 15°, el índice es 3. A esta puntuación se le añadirá otro punto más si existe desviación radial o cubital de la muñeca. La puntuación máxima posible es de 4.

- Giro de muñeca

La posición del antebrazo con respecto a la pronación- supinación. Sólo existen dos posibilidades:

- Si el antebrazo se encuentra en rango medio de giro, la puntuación es 1
- Si está en rango extremo articular, con la palma mirando hacia arriba (supinación) o palma hacia abajo (pronación), la puntuación máxima es 2.

Figura 14. Grupo A puntuaciones, miembros superiores

Brazo	1	2	3	4
Añadir 1, si se eleva el hombro.				
Añadir 1, si se presenta abducción de hombro.				
Restar 1, si el brazo está apoyado.				
ANTEBRAZO	1	2	3	4
Añadir 1, si el brazo cruza la línea media o se sitúa por fuera más de 45°.				
Muñeca	1	2	3	4
Añadir 1 si la muñeca se desvía de la línea media.				
Giros de muñeca	1	2	3	4
	Permanece en mitad del rango.	En inicio o final del rango.		

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Con los cuatro índices de las distintas articulaciones del miembro superior, se entra en tabla postural para el grupo A para conocer el riesgo postural del miembro superior.

El riesgo postural del miembro superior se obtiene al cruzar las posturas de brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca en la tabla del grupo A.

Tabla 4. Determinación del riesgo postural del Grupo A

		Postura de la muñeca							
		1		2		3		4	
		Torsión		Torsión		Torsión		Torsión	
Brazo	Antebrazo	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

3.3.1.3 Eje corporal. grupo B. En el grupo B se analizan los movimientos realizados por cuello, tronco y piernas la mayor puntuación corresponde mayor riesgo.

En el cuello existen cuatro posibilidades: entre 0° y 10° de flexión, entre 10° y 20° de flexión, más de 20° de flexión, en extensión.

A esta puntuación se le añade un punto si el cuello está inclinado y otro punto más si está girado. La puntuación máxima es de 6.

En el tronco, se contemplan cuatro posibilidades de flexión









- Totalmente neutra
- Hasta 20° de flexión
- Entre 20 y 60° de flexión
- A más de 60° de flexión.

En la postura sentada, se considera que el tronco está recto si el trabajador se mantiene así voluntariamente o la espalda se encuentra bien apoyada en el respaldo. Al igual que en el cuello se añade uno o dos puntos más si existe desviación de la línea media. La puntuación máxima es de 6.

- En miembros inferiores hay dos posibilidades
 - En función de que los pies se encuentren bien apoyados o no en el suelo.
 - En la postura sentada, exista espacio para introducir las piernas.

En la evaluación del tronco no se contempla la extensión, aunque es necesaria en muchas ocasiones. Por otro lado, en la valoración de las piernas se penaliza el caminar, por lo que en trabajos que requieran desplazarse el riesgo estimado será mayor del real.

Figura 15. Grupo A puntuaciones, eje corporal.

Cuello	1	2	3	4
Añadir 1 , si el cuello está girado. Añadir 1 , si el cuello se inclina hacia los lados				
Tronco	1	2	3	4
Añadir 1 , si el cuerpo está girado. Añadir 1 , si el cuerpo está inclinado hacia los lados.				
Extremidades inferiores	1		2	
	a) Sentado, con peso distribuido simétricamente y buen apoyo. b) De pie, postura equilibrada y con espacio para variar posición.		Sentado, sin sitio para las piernas. Piernas o pies no apoyados. Postura no equilibrada.	

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Una vez conocidos los índices parciales de las tres regiones a estudio, el riesgo postural B, eje corporal se obtiene conforme a la siguiente tabla. El riesgo postural del eje corporal se obtiene al cruzar las posturas de cuello, tronco y piernas en la tabla B.

Tabla 5. Determinación del riesgo postural del Grupo B

Postura cuello	Postura de tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

3.3.1.4 Tareas repetidas o estáticas. A la puntuación obtenida en los índices posturales A y B se le añade el riesgo que supone la tarea repetida o estática (índice de actividad muscular) y la necesidad de emplear carga/fuerza en el trabajo.

- La actividad muscular

Se le añadirá un punto a la puntuación parcial o postural, tanto del grupo A como del B, si la postura analizada se mantiene más de un minuto o se repite más de cuatro veces por minuto.

Tabla 6. Puntuación de actividad muscular.

Actividad	1
	Si la postura analizada se mantiene más de un minuto o se repite más de cuatro veces por minuto
Sumar a la puntuación A y B	

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

- Actividad de carga/fuerza

A la puntuación postural A y B se añadirán de 1 a 3 puntos en función de la carga/fuerza realizada.

Tabla 7. Puntuación de Carga/Fuerza

Puntuación de carga/fuerza			
0	+1	+2	+3
Sin resistencia. < 2 kg de carga o de fuerza intermitente	2 – 10 kg de carga o es necesario emplear fuerza intermitente.	2-10 kg carga estática 2-10 kg de fuerza o carga repetida.	>10 kg carga estática >10 kg carga o fuerza repetida. Los golpes o las fuerzas aumentan rápidamente.
Sumar a la puntuación A y B			

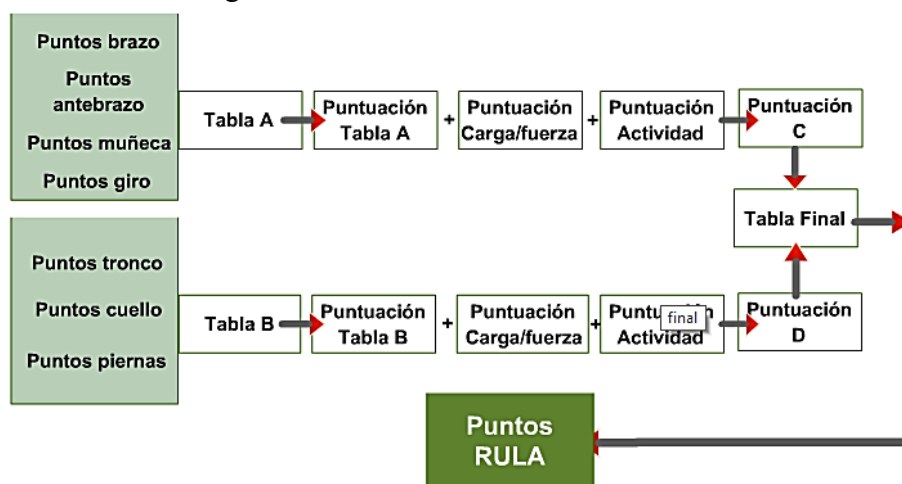
Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Se entiende por fuerza o carga intermitente aquella que se debe hacer en la realización de la tarea pero que no aparece en todos los ciclos de trabajo, por ejemplo, al cambiar una bobina; será repetida si aparece en todos los ciclos.

Por tanto, la puntuación C o total del grupo A se obtiene sumando el índice postural A + la actividad muscular + el índice de carga/fuerza. La puntuación D o puntuación total del grupo B se obtiene de la misma manera (índice postural B + actividad muscular + carga/fuerza).

3.3.1.5 *Calculo de la puntuación final (Puntos Rula).* Conocidas las puntuaciones C y D sólo resta entrar en la tabla final para conocer la puntuación final Rula y el nivel de actuación. Por tanto la puntuación del Método Rula se obtiene:

Figura 16. Puntuación final método Rula



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

A partir de la puntuación final obtenida, se obtienen los distintos niveles de actuación, aplicando la siguiente tabla.

Tabla 8. Tabla de la puntuación final

		Puntuación D (B+fuerza+actividad muscular)						
		1	2	3	4	5	6	7 +
Puntuación C (A+fuerza+actividad muscular)	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8 +	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

3.3.2 Método OCRA. El método del índice OCRA fue definido por Daniela Colombini y Enrique Occhipinti en 1998 y establece un criterio para determinar la exposición al riesgo de trastornos músculo-esqueléticos asociados al desarrollo de movimientos repetidos por las extremidades superiores.

Es pues un método de evaluación a aplicar en tareas repetidas de extremidades superiores con ciclos definidos de trabajo (manufactura de componentes mecánicos, aplicaciones eléctricas, automóviles, textiles, industrias cárnicas y de procesamiento de alimentos, cerámicas, etc.). Ha sido reconocido en las normas ISO 11228-3:07 y UNE-EN 1005-5:2007 como el método de elección para la evaluación de trabajos en los que intervienen estos movimientos.

Para aplicar el método es necesario definir los siguientes términos:

- Turno de trabajo. Jornada diaria de trabajo en la cual el trabajador desempeña varias tareas.
- Tarea. Actividad de trabajo cuyo objetivo es la consecución de una operación específica. Pueden ser repetitivas si están constituidas por ciclos repetitivos de acciones mecánicas o no repetitivas en caso contrario. Ejemplo: Coser un vestido, carga o descarga de cajas.
- Ciclo. Secuencia de acciones técnicas principalmente mecánicas de corta duración que se repiten de la misma manera una y otra vez.

- **Acción Técnica.** Operaciones elementales que posibilitan la consecución de un ciclo. Es la unidad de movimiento o acción a la que está referida el método debido a su fácil diferenciación en el análisis de la tarea. Son acciones que implican actividad mecánica o de control que no están necesariamente asociadas a movimientos de una articulación; sino que una acción técnica puede involucrar a varias articulaciones como ocurre al cortar, girar, saltar, etc.
- **Trabajo Repetido** como aquella actividad laboral consecutiva, que dura al menos una hora, en la que se lleva a cabo ciclos de trabajo de duración relativamente corta o en los que realiza los mismos movimientos durante más del 50% del ciclo.

3.3.2.1 Factores de riesgo del método OCRA. Los factores que se consideran para la evaluación de los riesgos serían los siguientes:

- **Recuperación.** Periodo de tiempo en el turno o durante el ciclo durante el cual no se lleva a cabo ninguna acción técnica, el factor de riesgo es realmente la falta de tiempo de recuperación.
- **Repetitividad.** Existencia de ciclos de acciones técnicas repetidas en el tiempo siempre del mismo modo.
- **Frecuencia.** Número de acciones técnicas mecánicas por unidad de tiempo, es el factor de más peso en el método y el que más incertidumbre proporciona al resultado final.
- **Fuerza.** Esfuerzo físico a realizar por el trabajador para la ejecución de la acción técnica, además a este valor habrá que asociar la duración de ese esfuerzo en porcentaje referido al ciclo de trabajo.
- **Postura.** Posiciones y movimientos realizados por cada una de las articulaciones de las extremidades superiores para completar las acciones técnicas de un ciclo de trabajo.
- **Factores adicionales.** Son factores que se pueden presentar ocasionalmente, su tiempo, intensidad y duración afectará al nivel de exposición final.

3.3.2.2 Proceso de cálculo.

- Índice de exposición

El índice de exposición se calcula como la relación entre la suma de acciones técnicas realizadas por cada extremidad superior en las distintas tareas, caracterizadas por movimientos repetidos existentes a lo largo del turno (A_e), que se obtiene por observación de las existentes en un ciclo y extrapolación a toda la jornada de trabajo, y el número recomendado para esa tarea (A_r).

$$I_e = \frac{A_e}{A_r} \quad (2)$$

$$A_r = \sum_n [CF * (F_{o_{mi}} * P_{o_{mi}} * R_{e_{mi}} * A_{d_{mi}}) * D_i] * R_{c_m} * D_{u_m} \quad (3)$$

n =Es cada una de las tareas realizadas en el turno de trabajo que implican movimientos repetitivos de la extremidad superior.

CF = Constante de frecuencia de acciones de la tarea.

$F_{o_{mi}}$ = Factor de fuerza de la tarea.

$P_{o_{mi}}$ = Factor de postura de la tarea.

$R_{e_{mi}}$ = Factor de repetitividad de la tarea.

D_i = Duración de cada tarea repetida en minutos.

R_{c_m} = Factor de falta de periodo de recuperación en todo el turno.

D_{u_m} = Factor multiplicador en función de la duración diaria de la tarea repetida.

Se debe calcular un índice de exposición para cada extremidad superior, a menos que el trabajo se pueda considerar simétrico, el nivel de exposición a tareas con movimientos repetidos comienza a significar riesgo de lesión músculo-esquelética para la extremidad superior cuando $IE > 2,2$.

- Repetitividad.

Describir las acciones técnicas requiere frecuentemente la grabación en vídeo del trabajo, el cual debe ser visto después a cámara lenta.

Para cada tarea repetitiva llevada a cabo es suficiente filmar unos cuantos ciclos, quizás 3 ó 4. Revisando la grabación a cámara lenta todas las acciones técnicas, llevadas a cabo tanto por el brazo derecho como por el izquierdo, se tienen que enumerar por orden de ejecución.

Cuando la misma acción se repite más de una vez como atornillar un tornillo o enroscar una tuerca, cada repetición se debe contar como una sola acción.

En este factor se debe considerar las siguientes acciones técnicas:

- Alcanzar. Es dirigir la mano a un punto determinado. Se considera acción técnica únicamente si el objeto se encuentra a una distancia superior a la longitud del brazo (zona de alcance). Si el puesto de trabajo es ocupado por hombres y mujeres, o solo por mujeres, la medida de longitud de brazo extendido corresponde a 50 cm.
- Agarre. Si una pieza se agarra con la mano derecha y después también se sostiene con la mano izquierda debe contarse como una única acción y asignarse a la extremidad que la está realizando.
- Empujar. Solo en el caso que se requiera de fuerza.
- Introducir. Se necesita emplear cierto esfuerzo, aunque sea mínimo para realizar la acción. Si un objeto se lanza simplemente abriendo la mano o dedos no se considera como una acción técnica.
- Posicionar. Es establecer un objeto o herramienta en un lugar preestablecido.
- Mover. Implica desplazar objetos que poseen más de 2 Kilos o 1 Kilo si se emplea la pinza, y la extremidad superior realiza un amplio movimiento de hombro cubriendo un área >1 metro.
- Transporte. Sería trasladar por lo menos dos pasos, un peso mayor de 3 Kilos.
- Arranque de una herramienta. Esta requiere accionar un botón o palanca con zonas de la mano, o por uno o más dedos.

- Acciones repetidas pero no en todas las piezas. Son acciones técnicas llevadas a cabo una vez cada cuatro piezas, en ese caso la acción descrita se cuenta como una fracción (1/4; 1/20).

Cuando se contabilizan las acciones técnicas no se tiene en consideración el andar (si no existe transporte) o el control visual, porque durante los mismos no se requiere ninguna acción mecánica de extremidad superior.

Debe recordarse que este método de análisis de riesgo cuenta acciones técnicas y no su duración, porque ésta se tiene en cuenta en la definición de la frecuencia de acción (número de acciones por minuto). Conociendo el análisis previo de la organización del trabajo ya se conocen: el tiempo neto de la tarea repetitiva; el número de ciclos en la tarea repetitiva; la duración neta de cada ciclo.

Mediante la descripción de las acciones técnicas es posible obtener:

- El número de acciones por ciclo.
- El número de acciones por unidad de tiempo o número de acciones por minuto.
- El número total de acciones llevadas a cabo por los miembros superiores (izquierda-derecha) durante las tareas y durante toda la jornada.

Para análisis de ciclos de trabajo de larga duración (más de 5 minutos) no nos vale el criterio “duración del ciclo”, es más fiable el de “frecuencia de acciones” a la hora de determinar si pueden o no existir factores de riesgo asociados a extremidad superior.

- Constante de frecuencia de acciones

La frecuencia de las repeticiones es el mayor factor de riesgo. Por ello CF es la variable que más influye en el valor final del índice. Se toma $CF = 30$ acciones por minuto como valor de referencia al que se ha llegado tras diversos estudios.

$$CF = 30 \text{ acciones por minuto}$$

- Factor de fuerza

Los valores del factor de fuerza están basados en los criterios que marca la UNE-EN 1005-3, que recomienda el uso de la escala simplificada de Borg o su equivalente del porcentaje de la máxima contracción voluntaria (% MVC). Se indica el factor en función de la fuerza media realizada.

Si en una tarea se realiza más de una acción que requiera fuerza, el valor final es la ponderación entre la intensidad y el porcentaje de tiempo durante el ciclo.

Tabla 9. Determinación del factor de fuerza Fo_m

Esfuerzo medio percibido	<0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	>5
Ffm	1	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,35	0,2	0,1	0,01

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Para picos de fuerza superiores al 50% de la máxima contracción voluntaria, o una puntuación de 5 que dure más de un 10% del tiempo del ciclo, el factor multiplicador global será 0,01.

- Factor de postura

El método diferencia entre las cuatro articulaciones de la extremidad superior: hombro, codo, muñeca y mano. También distingue entre esfuerzo estático y dinámico. Además el tiempo es un factor muy relacionado con la postura.

La repetición de gestos y posturas durante, al menos, un 50% del tiempo del ciclo constituye un riesgo.

Lo mismo ocurre con los trabajos que conlleven movimientos y/o posturas extremas durante, al menos, un tercio del ciclo. Si se combinan estos dos el riesgo será mayor.

La tabla resume para las principales articulaciones los grados de movimientos que exceden el 50% del alcance máximo de la articulación implicada y la puntuación relativa caracterizada por la percepción subjetiva.

El método contempla que existe movimiento crítico de flexión-extensión de codo cuando se produce una variación de más de 60° entre el punto de origen y el destino del movimiento, sea cual sea el ángulo de donde se parta (extensión completa, en rango medio de flexión, flexión de 45°, etc.).

Además hay que tener en cuenta los tipos de agarre o sujeción de la mano: hacer pinza, asir algo pequeño. Algunos de ellos se sabe que son menos favorables con respecto a la “fuerza de agarre” (referida a la palma de la mano).

Tabla 10. Puntuación para los distintos tipos de agarre.

Puntuación de tipos de agarre	
Agarre de fuerza amplio (4-6 cm)	Puntuación: 1
Agarre estrecho (1,5 cm)	Puntuación: 2
Pinza	Puntuación: 3
Tecleo o movimientos finos de dedos	Puntuación: 3
Agarre palmar	Puntuación: 4
Agarre en gancho	Puntuación: 4

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Los estereotipos de posturas y movimientos (falta de variaciones) se consideran como otro esfuerzo postural impuesto. En este método, la realización del mismo tipo de movimientos durante más del 50 % del ciclo se puntúa como 4, lo que corresponde a un factor multiplicador de 0,7

Para calcular el multiplicador, elegimos la puntuación (Ver tabla puntuación posturas en la documentación) más alta de codo, muñeca y mano y entramos a la tabla.

Si la puntuación más alta es la de hombro, entonces se deberá utilizar una Constante de Frecuencia de 10 acciones por minuto.

$$CF=10$$

Tabla 11. Determinación del factor multiplicador de posturas Fp_m

Resultado postural	0-3	4-7	8-11	12-15	16
Fpm	1	0,70	0,60	0,50	0,30

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

- Factor de Repetitividad

El método también penaliza la presencia de la misma clase de acciones que se repiten durante más del 50% del ciclo de trabajo, o si el tiempo del ciclo es menor de 15 segundos, mediante un multiplicador de 0,70. El multiplicador será 1 en cualquier otra circunstancia.

- Factor de elementos adicionales

Con este factor se tienen en cuenta otros factores como pueden ser: las vibraciones, la precisión en la tarea, la presencia de compresiones en manos o muñecas, la exposición al frío, el uso de guantes inadecuados para la tarea o la mano, los movimientos bruscos o a tirones, el manejo de objetos con superficies deslizantes, los choques o las acciones de retorno como, por ejemplo, golpear con un martillo sobre una superficie dura, etc. Si existe alguno ó más de uno sumaremos 4 por cada tercio de ciclo en el que esté/n presente/s.

El método penaliza la existencia pero no la cantidad de factores.

La valoración de los ítems adicionales de harán dependiendo del tiempo de exposición, este valor es independiente de que si están presentes 1 o más factores.

- para exposiciones de 1/3 de ciclo
- 8 para exposiciones de 2/3 de ciclo
- 12 para exposiciones de 3/3 de ciclo

Tabla 12. Determinación del factor de elementos adicionales Fa

Resultado de factores adicionales	0	4	8	12
Fa	1	0,95	0,90	0,80

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

- Factor de la falta de tiempo de recuperación

A diferencia de los factores anteriores, Rcm se determina considerando todo el turno de trabajo. Cada hora acumulada de trabajo repetitivo sin su correspondiente tiempo de recuperación corresponde a un Rcm distinto.

Se trata pues de examinar cada tarea dentro del turno completo y comprobar si cada 50 minutos de trabajo repetitivo vienen seguidos de 10 minutos de tiempo de recuperación, obteniendo el tiempo total trabajado en condiciones de sobrecarga.

Un periodo de recuperación es aquél en el que un grupo de músculos que normalmente están implicados en la tarea de trabajo se encuentran básicamente inactivos. Se deben considerar los siguientes periodos de recuperación:

- Descansos. Este incluye el descanso del almuerzo o comida, para que se considere la pausa de la comida, el tiempo transcurrido debe ser, por lo menos, de 25 minutos.
- No se involucra músculos. Habitualmente en estos se implican las tareas de control visual, mantenimiento, etc.
- Los músculos están inactivos. Deben por lo menos durar 10 segundos.

Para obtener el tiempo total trabajado sin adecuada recuperación hay dos formas:

La primera es más precisa pero más complicada de utilizar en la práctica.

La segunda es menos precisa pero más sencilla y fácil de usar. En la aplicación del método utilizaremos la segunda.

Analizar en cada hora de trabajo repetido los minutos que se trabajan con y sin una adecuada recuperación, teniendo en cuenta que, si en una hora no hay el período de recuperación debido de 10 minutos (ratio 5:1), el resto del tiempo trabajado hasta el siguiente descanso se contabilizará como tiempo trabajado en sobrecarga.

Analizar el turno de trabajo de la misma manera que en la forma anterior pero ahora contabilizaremos el tiempo total sin adecuada recuperación sumando las “horas de riesgo trabajadas”

Cada hora de trabajo podrá ser:

- Riesgo 0 Cuando por cada 60 minutos trabajados se descansen 10 ó más.

- Riesgo 0,5 Cuando por cada 60 trabajados se descansen entre 6 y 10 minutos.
- Riesgo 1 Cuando por cada 60 minutos trabajados se descansen menos de 6 minutos.

Tabla 13. Determinación de factor periodos de recuperación Fr

Número de horas sin recuperación adecuada	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Fr	1	0,90	0,80	0,70	0,60	0,45	0,25	0,10	0

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

- Factor de duración de la tarea

Dentro de la concepción del trabajo el porcentaje de duración de las tareas repetidas y/o de la fuerza aplicada es importante para determinar el riesgo de exposición. El índice de OCRA está basado en tareas repetidas que ocupen la mayor parte de la jornada (4 o más horas). El valor Fd viene determinado en función de los minutos empleados en el trabajo de tareas repetitivas.

Tabla 14. Determinación del factor de duración de tareas repetidas Fd

Número de minutos empleados	<120	120 - 239	240 – 480	>480
Fd	2	1,5	1	0,5

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

3.3.3 Método REBA. Publicado en el año 2000, el método Reba es de los más actuales y está indicado para la evaluación de riesgo de lesiones musculoesqueléticas relacionadas con las posturas por sobreesfuerzo impredecibles, adoptadas durante el desarrollo de una tarea.

Este método ha sido elaborado a partir del método Rula que, además de analizar el efecto de los factores posturales dinámicos y estáticos de los miembros superiores (valorando hombros, codos, antebrazos y muñecas), la columna (cervical, lumbar) y la posición de las piernas (pierna y rodilla), también analiza la interface hombre-tarea (en función de la fuerza-carga necesaria en su ejecución y el acoplamiento) e incorpora un nuevo concepto: el de posición asistida por la gravedad del miembro superior.

Se ha empleado en aquellas tareas realizadas de pie en las que existe riesgo no sólo para la columna sino que también se presenta para los miembros superiores. (valorando hombros, codos, antebrazos y muñecas)

Ha demostrado su utilidad en aquellas tareas que requieran la adopción de posturas impredecibles como, por ejemplo, el levantamiento de cargas animadas o móviles, por lo que está especialmente indicado en personal sanitario (enfermeras, auxiliares, celadores),

Pero también en otras tareas tan dispares como: cajeras de supermercado, almacenes de alimentación, dentistas, empleadas del hogar, veterinarios, porteros, técnicos de ultrasonidos, etc.

3.3.3.1 Niveles de acción. Mediante un sistema numérico para la actividad muscular en función de la postura, los cambios rápidos que se producen en la misma, y las posturas inestables, proporciona cinco niveles de acción indicativos de la urgencia de la intervención ergonómica:

- Nivel de actuación 0. Una puntuación de 1 indica situaciones sin riesgo.
- Nivel de actuación 1. Una puntuación de 2 o 3 indica situaciones de bajo riesgo que pueden necesitar acciones correctivas.
- Nivel de actuación 2. Una puntuación de 4 a 7 indica situaciones en las que ya se necesitan acciones correctivas.
- Nivel de actuación 3. Cuando la puntuación es de 8 a 10 el nivel de riesgo es alto y se deben realizar modificaciones en el diseño o en los requerimientos de la tarea a corto plazo.
- Nivel de actuación 4. Una puntuación de 11 a 15 implica prioridad de intervención ergonómica.

3.3.3.2 Factores a ser analizados. El método analiza, por un lado, lo sucedido en el eje corporal formado por el cuello, tronco y las piernas (grupo A) y, por otro, la carga postural del miembro superior (grupo B).

Para conocer el índice postural, igual que ocurre en el método Rula del que deriva, en primer lugar se mide la separación de la articulación estudiada en el plano sagital, en relación con la vertical; es decir, la flexión o extensión.

A mayor puntuación se corresponde un mayor riesgo.

En una tarea concreta se debe analizar: la postura más frecuente, las posturas representativas (aquellas que ocupan más del 10%-15% de la tarea) y la peor de las posturas posibles. Si la tarea es simétrica sólo se analiza lo sucedido en un brazo, generalmente el derecho; si es asimétrica, se deben analizar los dos.

3.3.3.3 Grupo A. Eje corporal (Cuello, tronco, piernas). En este grupo se analizan la postura del cuello, el tronco y las piernas.

- En el cuello existen dos posibilidades
 - Está recto o flexionado en un ángulo menor de 20° (1).
 - Existe más de 20° de flexión o el cuello está extendido (2)

A esta puntuación se le añade un punto si el cuello está inclinado o girado hacia los lados. La puntuación máxima es de 3.

- En el tronco, se contemplan cuatro posibilidades de flexión:
 - Totalmente neutra (1).
 - Hasta 20° de flexión o extensión (2).
 - Entre 20 y 60° de flexión ó en extensión de más de 20° (3).
 - A más de 60° de flexión (4).

En la postura sentada, se considera que el tronco está recto si el trabajador se mantiene así voluntariamente o la espalda se encuentra bien apoyada en el respaldo. A mayor puntuación se corresponde un mayor riesgo.

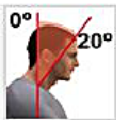






Al igual que en el cuello se añade un punto más si existe desviación de la línea media, para una puntuación máxima de 5.

- En miembros inferiores hay dos posibilidades
 - Si está caminando o los pies se encuentran bien apoyados en el suelo, en postura estable, se puntúa con (1).

- Si la postura es inestable o los pies no están bien apoyados es de (2).

En las piernas se penaliza con uno ó dos puntos la postura si en el trabajo se necesita flexión de rodillas. La puntuación máxima posible es de 4.

Figura 17. Grupo A, eje corporal.

Cuello	1		2	
Añadir 1 , si el cuello se está inclinado o girado hacia los lados.				
Tronco	1	2	3	4
Añadir 1 , si el cuerpo está inclinado o girado hacia los lados				
Extremidades inferiores	1		2	
Añadir 1 , si una o las dos rodillas están flexionadas entre 30°-60°.	Caminando.		Los pies no están bien apoyados.	
Añadir 2 , si una o las dos rodillas están flexionadas más de 60°.	Los pies bien apoyados, en postura equilibrada, y existe espacio para variar posición.		Postura no equilibrada.	

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

El riesgo parcial de carga postural del grupo A se obtiene al introducir la puntuación total resultante en cada uno de los epígrafes en la tabla A. En la postura sentada, se considera que el tronco está recto si el trabajador se mantiene así voluntariamente o la espalda se encuentra bien apoyada en el respaldo

Tabla 15.Determinación del nivel de riesgo el eje corporal. Grupo A

Tabla A		Tronco				
Cuello	Piernas	1	2	3	4	5
1	1	1	2	2	3	4
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
2	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
3	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	5	6	7	8	9

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Comprobar el índice de riesgo postural en la tabla A, se añade a la puntuación resultante la que se deriva de la carga/fuerza empleada, en función de la figura siguiente:

Tabla 16. Factor de Carga / Fuerza

0	1	2	+ 1
< 5 kg	5– 10 kg	>10 kg	Brusco o rápido aumento de fuerza

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

3.3.3.4 Grupo B. Miembro superior. En el grupo B se analizan los movimientos realizados con el hombro, los codos y la muñeca. A mayor puntuación corresponde mayor riesgo.

- En el hombro
 - Si la flexión o extensión es igual o menor de 20° se cataloga como 1.
 - Entre 20° y 45° de flexión o más de 20° de extensión, sería un 2.
 - Cuando el brazo esta entre 45° y 90° de flexión de hombro, el índice es un 3.
 - Si está por encima del nivel de los hombros, un 4.

A la puntuación obtenida de acuerdo a la desviación en el plano sagital, se le añade un punto en función de que el brazo está separado/rotado; otro punto si el brazo está elevado, lo que sucede cuando se levanta el brazo más de 120° o se eleva el muñón del hombro; y se resta uno si se apoya o está favorecido por la gravedad (el brazo se separa del cuerpo cuando flexionamos el tronco, para mantener el equilibrio).

La puntuación máxima posible del hombro es 6; la mínima siempre será de 1.

- En el codo
 - Únicamente se contempla lo que sucede en el plano sagital: tendrá una puntuación de 1 cuando está flexionado entre 60° y 100°.
 - Será de 2 cuando está flexionado por debajo de 60° o por encima de 100°.
- En la muñeca.

- Se presentan dos circunstancias distintas: si está en postura neutral, o en flexión/extensión menor de 15°, será de 1.
- Cuando la flexión o extensión es mayor de 15° se puntúa con un 2.

A esta puntuación se le añadirá otro punto más si existe desviación radial o cubital de la muñeca o cuando el antebrazo está girado.

La puntuación máxima posible de muñeca es de 3.

Figura 18. Grupo B, miembro superior.

Brazo	1	2	3	4
Añadir 1 , si se eleva el hombro.				
Añadir 1 , si el hombro está rotado o separado.				
Restar 1 , si el brazo está apoyado o favorecido por gravedad.				
Antebrazo	1	2		
				
Muñeca	1	2		
Añadir 1 , si la muñeca se desvía hacia los lados o el antebrazo está girado				

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Con los tres índices de las distintas articulaciones del miembro superior se entra en la tabla postural B para conocer el riesgo postural del miembro superior.

Tabla 17. Determinación del nivel de riesgo, miembro superior. Grupo B

Tabla B		Brazo					
Codo	Muñeca	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	2	3	5	5	8	8
2	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

A la carga postural del grupo B se le añade el acoplamiento. El agarre ideal es el agarre de fuerza y realizado en la línea media (riesgo 0), pero muchas veces, cuando se trabaja con cargas no estables, se emplean otras partes del cuerpo.

Tabla 18. Factor de acoplamiento

0 Bueno	1 Regular	2 Malo	3 Inaceptable
Bueno asidero en el plano medio, agarre de fuerza.	Aceptable pero no ideal	Agarre no aceptable, aunque posible.	En postura forzada, agarre no seguro, no existe asidero
	El acoplamiento es aceptable con otra parte del cuerpo		Acoplamiento inaceptable con otra parte del cuerpo

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Una vez obtenidos el riesgo parcial de los grupos A y B se calcula el riesgo global mediante la tabla C.

Tabla 19. Determinación del riesgo global.

		Puntos A											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntos B	1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
	1	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
	3	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
	4	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12
	1	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

A la puntuación de riesgo global se le suma el índice de actividad con el fin de obtener los niveles de acción indicativos de la urgencia de la intervención ergonómica.

Tabla 20. Determinación del índice de actividad.

Actividad	Descripción
+ 1	Posturas que se mantiene más de un minuto con una o más partes del cuerpo.
+ 1	Postura que se repite más de 4 veces por minuto (salvo caminar)
+ 1	Acciones que requieren rápidos y amplios cambios de postura o superficie inestable

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

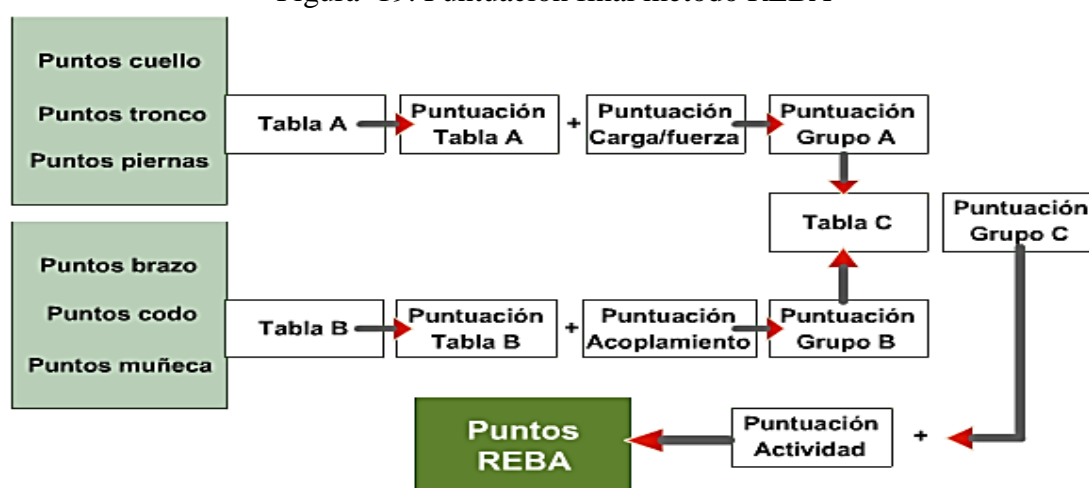
Obteniendo los siguientes niveles de acción:

Tabla 21. Determinación de los niveles de acción ergonómica.

Nivel de acción	Puntuación REBA	Nivel de riesgo	Intervención ergonómica
0	1	Inapreciable	No necesaria
1	2-3	Bajo	Pueden ser necesarias acciones correctivas
2	4-7	Medio	Se necesitan acciones correctivas
3	8-10	Alto	Se deben instaurar en corto espacio de tiempo
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Figura 19. Puntuación final método REBA



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

3.3.4 Método OWAS. Entre los métodos de valoración de TMERT, el método OWAS destaca por su sencillez y por haber servido de base para el desarrollo de otros muchos métodos.

Es un método de evaluación postural por sobrecarga ampliamente utilizado y que ha sido validado en tareas que requieran esfuerzos que afectan especialmente a la columna lumbar.

Está indicado en aquellas tareas en las que se maneja cargas o se realizan sobreesfuerzos no pautados o imprevisibles, como ocurre durante el almacenaje de productos, en trabajos de limpieza, mantenimiento de maquinaria, construcción, agricultores y tareas forestales, enfermeras, puestos de atención al público, cajas de supermercados, etc.

Tiene por objetivo el mejorar los métodos de trabajo, sobre la base de la identificación y eliminación de aquellas posturas forzadas que parecían ser la causa del aumento del número de bajas y de jubilaciones prematuras de sus trabajadores.

3.3.4.1 Factores que se deben analizar. El método analiza una serie de variables y los resultados proporcionan una clasificación de cada una de las 252 combinaciones posibles ($4 \times 3 \times 7 \times 3$). Este método analiza como variables las siguientes:

- Posición y postura general de trabajo (7 posturas).
- Situación de tronco o columna (4 supuestos).
- Situación de los brazos (3 posibilidades).
- Carga o fuerza realizada (3 posibilidades).

Los riesgos inherentes a cada postura se estimaron según el criterio de un grupo de investigadores expertos en la materia, en función de la postura corporal y el esfuerzo realizado, y se establecen cuatro categorías de acción o intervención ergonómica:

- Posturas que se consideran normales, sin riesgo de lesiones musculoesqueléticas y en la que no es necesaria ninguna acción correctiva.
- Posturas con ligero riesgo de lesión, es preciso una modificación del proceso de trabajo aunque no es necesario que sea inmediato.
- Posturas con alto riesgo de lesión, se debe modificar el método de trabajo tan pronto sea posible.
- Posturas con riesgo extremo de lesiones musculoesqueléticas, deben tomarse medidas correctivas inmediatas.

Los principales factores que se analizan en el método Owasson son:

- Posición de la columna

En la postura de columna se contemplan cuatro posibilidades:

- recta.
- inclinada.
- girada.
- inclinada y girada.

Cuando se dice que la columna está inclinada indica que la columna se mueve en plano sagital, es decir, hacia delante o atrás.

Tabla 22. Puntuaciones según la postura (columna).

Zona corporal	Situación	Puntuación
Tronco	Recto	1
	Inclinado hacia delante o atrás	2
	Inclinado hacia los lados o girado	3
	Inclinado y girando	4

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Para valorar lo sucedido en el plano sagital se debe comparar la línea formada entre el hombro y la cadera (línea del tronco) con la formada por las piernas.

Para evaluar el posible giro del tronco se compara la línea formada por la unión de los hombros con la que se forma uniendo la cadera.

- Posición de los brazos.

Con respecto a la posición de los brazos, se consideran tres supuestos en función de que el brazo, considerando la línea formada entre hombro y codo (línea hombro-codo) y no la posición de la mano, esté por encima o debajo de la altura de los hombros.

Tabla 23. Puntuaciones según la posición de los brazos.

Zona corporal	Situación	Puntuación
Brazos	Ambos brazos por debajo del hombro	1
	Un brazo por encima del nivel del hombro	2
	Ambos por encima del nivel del hombro	3

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Respecto a la posición de trabajo, en función de cómo se colocan las piernas, se consideran únicamente siete supuestos.

- Posición general de trabajo

Durante un trabajo se pueden encontrar muchas otras pero, si la postura observada no se encuentra entre las estimadas, se cataloga por aproximación. Las posturas establecidas en el método y sus valoraciones son las siguientes:

Tabla 24. Puntuaciones según la postura (piernas).

Zona corporal	Situación	Puntuación
Postura de trabajo	Sentado	1
	De pie	2
	De pie, en apoyo unipodal con la rodilla extendida	3
	De pie, con las dos rodillas flexionadas	4
	De pie, en apoyo unipodal y con la rodilla flexionada	5
	Arrodillado, con una o las dos rodillas	6
	Caminando	7

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

- Esfuerzo muscular

Además de codificar las posturas de trabajo inadecuadas, en el método OWAS se considera el nivel de carga o esfuerzo muscular que se requiere para la realización de la tarea.

Tabla 25. Puntuaciones según Fuerza/Carga.

Zona corporal	Situación	Puntuación
Fuerza/Carga	Menor o igual a 10 kg	1
	Entre 10 y 20 kg	2
	Mayor a 20 kg	3

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

3.3.4.2 Análisis. El resultado de cada codificación la forman un total de seis dígitos, expresados de la siguiente forma:

Tabla 26. Codificación de posturas.

Puesto	Postura N°	Tronco	Brazos	Postura de trabajo	Fuerza/Carga
1-xx	01-xx	1-4	1-3	1-7	1-3

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Si queremos conocer el riesgo de una postura en particular, introducimos estos dígitos en la tabla de valoración de carga correspondiente.

La postura que adopta cada parte del cuerpo se valora de forma acumulada y, cuando la proporción relativa excede los límites establecidos, la categoría de acción aumenta, y por tanto se incrementa la urgencia en las acciones correctivas.

En el sistema OWAS no se establecen categorías de acción en función de la fuerza/carga manejada.

En los casos que se requiera manejo de objetos pesados, la situación se analizará de forma individual, para lo que se recomienda un análisis biomecánico.

Tabla 27. Tabla Owass de riesgo por postura acumulada

ZONA	SITUACIÓN		RIESGO									
Tronco	1	Recto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	Inclinado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3	Con rotación	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	4	Inclinado y rotado	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Brazos	1	Los dos por debajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	Uno por encima	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3	Ambos por encima	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
Postura de trabajo	1	Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2	De pie sobre dos piernas	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	3	Sobre una pierna	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	4	Ambas rodillas flexionadas	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	5	Pierna de apoyo flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6	Arrodillado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	7	Caminando	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
% FRECUENCIA RELATIVA			20 %		40 %		60 %		80 %		100 %	

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

3.3.4.3 Protocolo para la aplicación práctica del método OWAS. Para aplicar el método con toda seguridad y conseguir gran fiabilidad en los resultados, se deben seguir los siguientes pasos.

- Informar al trabajador. Es fundamental que el trabajador colabore adoptando una actitud natural mientras trabaja, siguiendo pautas y comportamientos de trabajo similares a los que realiza habitualmente.

- Grabar en vídeo la actividad que se está analizando. El tiempo de registro será de 30 minutos como mínimo. Durante la grabación conviene realizar tomas frontal y lateral del trabajador, de manera que puedan estimarse con precisión los ángulos que forman los brazos y el tronco tanto en el plano frontal como sagital.
- Analizar el vídeo, congelando la imagen cada cierto intervalo, en función del tiempo grabado. Los autores del método consideran que la precisión del método es bastante alta cuando se han realizado entre 80 y 120 codificaciones ($\pm 10\%$ para un conjunto de 100 observaciones); y de $\pm 5\%$ cuando se han visualizado 400.
- Procesar la información recopilada. Permitirá obtener la siguiente información:
 - Informe descriptivo de las posturas de los brazos, tronco y piernas.
 - Diferentes combinaciones de posturas de trabajo.
 - Nivel de riesgo de la postura de trabajo.
 - Priorización de la actuación según el nivel de riesgo encontrado. Una vez conocidos los riesgos podemos efectuar cambios de diseño en aquellas tareas que presenten mayor atención.

Hay que tener en cuenta que la postura que adopta cada parte del cuerpo se valora de forma acumulada y, cuando la proporción relativa excede los límites establecidos, la categoría de acción aumenta, y por tanto se incrementa la urgencia en las acciones correctivas.

3.3.5 Método de la guía del INSHT. La guía del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) se redactó con objeto de facilitar la aplicación del RD 487/1997 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.

Dicho Real Decreto transpuso al ordenamiento jurídico español la Directiva europea 90/269/CEE de 29 de mayo de 1990. A efectos del RD 487/1997 se entiende por

manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.

La guía del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), considera que la manipulación manual de toda carga que pese más de 3 kg puede entrañar un potencial riesgo dorso-lumbar no tolerable, ya que a pesar de ser una carga bastante ligera, si se puede manipular en condiciones bastante desfavorables (alejada del cuerpo, con posturas inadecuadas, muy frecuentemente, en condiciones medioambientales desfavorables, con suelos inestables, etc.). Podría generar riesgo y se debería realizar una evaluación de los riesgos a las cargas que pesen más de 3 Kg.

En otras situaciones sería necesario hacer una evaluación más detallada tomando en cuenta lo siguiente:

- Tareas que no se realicen en posturas “de pie” (de rodillas, sentado, etc.).
- Puestos de trabajo con manipulación manual de cargas “multitarea” donde las tareas que se efectúan son muy diferentes unas de otras variando sustancialmente el peso de las cargas manipuladas, la posición de las cargas con respecto al cuerpo, las frecuencias con que se manipulan, etc.
- Aquellas que conllevan un esfuerzo físico adicional importante debido a otra tarea adicional diferente a la manipulación manual de cargas.
- Situaciones poco usuales en general que generan dudas a la hora de realizar la evaluación o son difíciles de evaluar entre sí mismas.

En general, el peso máximo que se recomienda no sobrepasar (en condiciones ideales de manipulación) es de 25 kilos. No obstante, si la población expuesta son mujeres, trabajadores jóvenes o mayores, o si se quiere proteger a la mayoría de la población, no se deberían manejar cargas superiores a 15 kilos (esto supone reducir los 25 kilos de referencia, multiplicándolos por un factor corrección de 0,6). Puestos de trabajo con manipulación manual de cargas “multitarea” donde las tareas son diferentes

En circunstancias especiales, trabajadores sanos y entrenados físicamente podrían manipular cargas de hasta 40 kilos, siempre que la tarea se realice de forma esporádica y en condiciones seguras (esto supone multiplicar los 25 kilos de referencia por un factor de corrección de 1,6). Debido a que los puestos de trabajo deberían ser accesibles para toda la población trabajadora, exceder el límite de 25 kilos debe ser considerado como una excepción.

Tabla 28. Peso máximo recomendado para una carga en condiciones ideales de levantamiento.

	Peso máximo	Factor corrección	% Población
En general	25 kg	1	85%
Mayor protección	15 kg	0,6	95%
Trabajadores entrenados (situaciones aisladas)	40 kg	1,6	Datos no disponibles

Nota: No se debe exceder los 40 Kilos bajo ninguna circunstancia

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

El peso teórico de manipulación se corregirá en función de diferentes factores. El valor de los diferentes factores viene definido en las tablas de la guía en función de las características de cada uno.

- Desplazamiento vertical.
- Giro de tronco.
- Tipo de agarre.
- Frecuencia de manipulación.

3.3.5.1 Procedimiento de evaluación. El procedimiento de evaluación consta de 5 fases.

- Aplicación de diagrama de decisiones.
- Recolección de datos que consta de tres partes:
 - Datos de manipulación.
 - Datos ergonómicos.
 - Datos individuales.

- Cálculo del peso aceptable.
- Evaluación del riesgo, mediante un diagrama que conduce a dos situaciones: Riesgo Tolerable, Riesgo no Tolerable.
- Medidas correctivas.

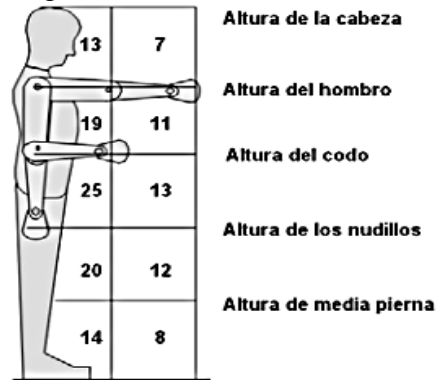
Si la evaluación final indica que existe un Riesgo No Tolerable por manipulación manual de cargas, se deberá actuar implantando medidas correctoras. Se deberán proponer, aquel tipo de medidas que más contribuyan a la eliminación o reducción del riesgo, debido a la manipulación manual de cargas, al nivel más bajo que sea razonablemente posible. Entre las cuales tenemos:

- Reducción o rediseño de la carga. Reduciendo su tamaño o peso de manera que tenga una forma regular e implementación de manillas que faciliten el agarre.
- Organización del trabajo. Se procurará que la manipulación sea más fácil, organizando las tareas de forma que se eviten giros, inclinaciones, estiramiento, empujes, etc. innecesarios.
- Rotación de la tarea. Reduce la exposición del trabajador (siempre que las restantes no impliquen gran actividad física o los mismos grupos musculares y articulaciones). En cualquier caso estas soluciones no deben sustituir un buen diseño del puesto de trabajo.
- Mejoramiento del entorno Laboral. Se debe evitar los desniveles, escaleras, los espacios insuficientes que impiden la movilidad laboral para el trabajador, las temperaturas extremas, etc.
- Utilización de ayudas mecánicas.

3.3.5.2 Métodos o pasos para la evaluación. Consta de los siguientes:

- Cálculo del peso aceptable de la carga para unas condiciones determinadas del levantamiento.

Figura 20. Pesos recomendados



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

- Desplazamientos Verticales.

Tabla 29. Desplazamiento Vertical.

Desplazamiento vertical	Factor corrección
Hasta 25 cm	1
Hasta 50 cm	0,91
Hasta 100 cm	0,87

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

- Giro del tronco.

Tabla 30. Giro del tronco.

Posición del tronco	Factor corrección
Sin giro	1
Poco girado (hasta 30°)	0,9
Girado (hasta 60°)	0,8
Muy girado (90°)	0,7

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

- Tipo de agarre.

Tabla 31. Tipo de Agarre.

Agarre	Factor corrección
Bueno	1
Regular	0,95
Malo	0,9

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

- Frecuencia de manipulación

Tabla 32. Frecuencia de manipulación

Frecuencia	Duración de la manipulación		
	<1 h/día	>1 h y <2 h	>2 h y <8 h
	Factor de corrección		
1 vez cada 5 min	1	0,95	0,85
1 vez / minuto	0,94	0,88	0,75
4 veces / minuto	0,84	0,72	0,45
9 veces / minuto	0,52	0,30	0,00
12 veces / minuto	0,37	0,00	0,00
>15 veces / minuto	0,00	0,00	0,00

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Los límites de carga acumulada diariamente en un turno de 8 horas, en función de la distancia de transporte tenemos lo siguiente:

Tabla 33. Peso máximo transportado en el día

Distancia de transporte [m]	Kg/ día transportados (máximo)
Hasta 10m	10000 kg
Más de 10m	6000 kg

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Desde el punto de vista preventivo lo ideal no es transportar a la carga una distancia superior a 1 metro. Los trayectos superiores a 10 metros supondrán grandes demandas físicas para el trabajador, ya que se produce un gran gasto metabólico.

3.3.6 Método NIOSH.

3.3.6.1 Cálculo del límite de peso recomendado. Para el cálculo del límite de peso recomendado (RWL) según NIOSH existen cuatro procedimientos de acuerdo al método de levantamiento que son:

- Multi-tarea. Sería el trabajo de levantamientos múltiples de tareas individuales (entrelazadas entre sí) se realizan durante un periodo continuo de tiempo. Las variables implicadas se modifican significativamente de tarea en tarea (peso, frecuencia, altura inicial o final), como por ejemplo, el apilamiento de materiales.

- Simple-tarea. Se define como el trabajo de levantamiento en la que las variables no se modifican significativamente de tarea en tarea o cuando solo una tarea es de interés como, por ejemplo, cuando se trata de analizar el peor caso.
- Secuencial. Pretende calcular el límite de peso aconsejado para un trabajador que, a lo largo de una jornada, rota por diversas tareas de levantamiento definidas (simple o multitarea).
- Variable. Cambia constantemente lo que tiene que levantar el trabajador.

El NIOSH propone una ecuación mediante la cual se calculan dos valores:

- Índice de Levantamiento (LI). Es un término que proporciona una estimación relativa del nivel de riesgo asociado con una tarea de levantamiento manual concreta. Se define también como la razón entre el peso real de la carga (L), y el límite de peso recomendado (RWL).
- Peso Límite Recomendado (RWL). Se define el peso de la carga que casi todos los trabajadores sanos pueden manipular durante un periodo de tiempo de hasta 8 horas, sin que aparezcan riesgos de desarrollar lesiones dorsolumbares debidas a estas actividades.

3.3.6.2 Procedimiento de análisis. Antes de comenzar a estudiar un trabajo que involucre operaciones de levantamiento manual de cargas, el analista deberá determinar:

- Si para la operación, se va a utilizar un procedimiento de cálculo de simple-tarea, multi-tarea o secuencial.
- Se requiere un control significativo del objeto en el destino de la carga. La alternativa será resultante en base a los datos observados o registrados en el puesto.

Una actividad de levantamiento manual tipo simple-tarea se define como aquel trabajo de levantamiento en el que las variables no se modifican significativamente de tarea en tarea o cuando solo una tarea es de interés como, por ejemplo, cuando se trata de analizar el peor caso.

Cuando se precisa un control significativo del objeto en el destino de la carga, el trabajador debe aplicar una fuerza creciente importante para desacelerar el objeto.

Por ello, para asegurar un cómputo correcto del RWL para un trabajo que requiere un control importante de la carga en el punto de destino, el RWL debe calcularse tanto en el origen como en el destino de la carga, siendo el menor de estos valores el representativo de la tarea.

El propósito de calcular el RWL en el origen y en el destino es identificar la condición más estresante durante el levantamiento.

La alternativa será resultante en base a los datos observados o registrados en el puesto

3.3.6.3 Recopilación de datos. Las variables relevantes de la tarea deben ser medidas con atención y claramente recogidas en un formato conciso.

- Peso del objeto levantado. Si el peso de la carga varia de un levantamiento a otro se debe registrar los valores máximo y promedio.
- Posición Horizontal y vertical de las manos. H y V tanto en el origen y en el destino de la carga.
- Ángulo de asimetría. Tanto en el origen y en el destino de la carga.
- Frecuencia de levantamiento. Se determina la frecuencia de lev/min observado a la sección de trabajo durante un periodo de 15 minutos de duración, si la frecuencia varia entre sección y sección en mas de 2 lev/min, cada sección de trabajo debiera ser analizada como una tarea independiente.
- Duración del levantamiento. Determinar el tiempo total empleado en el levantamiento continuo y el suplemento de recuperación asignado para cada tarea.
- Tipo de acoplamiento. Clasificar el acoplamiento mano, objeto, contenedor. (bueno, regular, malo)

3.3.6.4 Límites de aplicación. El método de NIOSH, es una herramienta especializada y su aplicación se limita a condiciones a las que fue diseñada.

- Si las actividades diferentes a la elevación. (sostener, transportar, tirar, empujar, etc.) son frecuentes en una tarea se deberá obtener el gasto energético y ritmo cardíaco para establecer las demandas metabólicas de dicha tarea.
- Condiciones inesperadas (caídas, deslizamientos, etc.). Se requieren análisis biomecánicos adicionales para establecer el esfuerzo físico al que va a estar sometido la articulación afectada por un incidente traumático.
- Tareas de descarga. Se asume que el riesgo es igual para elevación como para descarga.
- Tareas de elevación. Con una sola mano, posturas sentada o arrodillada, espacios insuficientes, manejo de personas, que se efectúan a una velocidad de elevación fuera del rango 2-4 segundos.

3.3.6.5 Índice de levantamiento (simple-tarea). Una actividad de levantamiento manual tipo simple-tarea se define como aquel trabajo de levantamiento en el que las variables no se modifican significativamente de tarea en tarea o cuando solo una tarea es de interés como, por ejemplo, cuando se trata de analizar el peor caso.

El índice de levantamiento (LI) proporciona una estimación relativa del nivel de estrés físico asociado con una determinada tarea de levantamiento manual de cargas

$$LI = \frac{\text{Peso de la carga (L)}}{\text{Límite de peso recomendado (RWL)}} \quad (3)$$

$$RWL = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM \quad (4)$$

LC = Constante de carga (23 kg).

HM = Multiplicador horizontal.

VM = Multiplicador vertical.

DM = Multiplicador de distancia.

AM = Multiplicador de asimetría.

FM = Multiplicador de frecuencia.

CM = Multiplicador de acoplamiento.

Si el LI es menor o igual a 1, la tarea analizada resultará segura para la mayoría de las personas expuestas. Si LI es mayor a 3, la tarea resultará peligrosa para la mayoría de las personas expuestas.

El RWL se define como el peso de la carga que la mayoría de los trabajadores sanos pueden manipular, en un período de tiempo, sin incrementar el riesgo de desarrollar patologías a nivel dorso-lumbar.

Por trabajadores sanos se entiende aquellos individuos que no padecen ningún problema de salud que pueda incrementar el riesgo de lesiones musculoesqueléticas.

Los multiplicadores de frecuencia a considerar son:

- El multiplicador horizontal (HM: Horizontal Multiplier) es igual a $25/H$ [cm].

Siendo H la distancia horizontal medida desde el punto medio de la línea imaginaria que une ambos tobillos hasta la proyección del punto de agarre de las manos sobre el suelo.

- El multiplicador vertical (VM: Vertical Multiplier) es igual a:

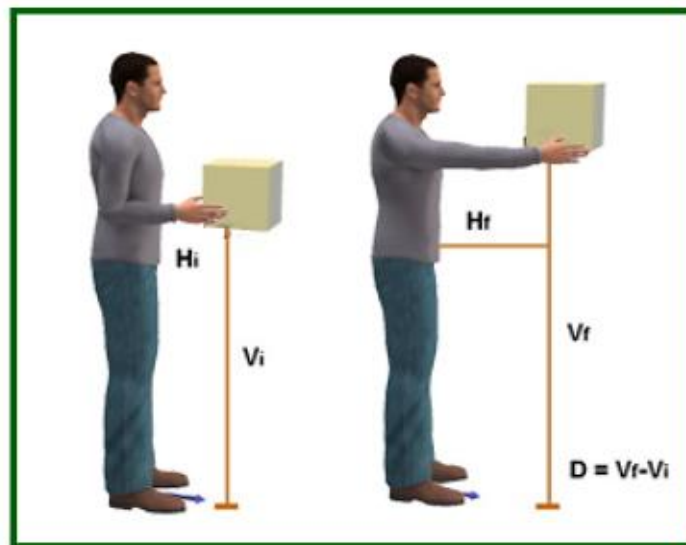
$VM = 1 - 0,003 (V - 75)$. Siendo V la altura vertical medida desde las manos hasta el suelo. V se mide desde el punto medio de agarre de las manos.

- El multiplicador de distancia (DM: Distance Multiplier) es igual a:

$DM = 0,82 + (4,5 / D[\text{cm}])$. Siendo D la distancia vertical (en cm) recorrida por las manos entre el origen y el destino de la carga; que puede ser calculada como el valor absoluto de la diferencia entre la V inicial y la V final del levantamiento.

Para valores de D menores a 25 cm, DM adopta el valor 1.

Figura 21. Distancias horizontal, vertical.



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

La ecuación revisada es válida para distancias H comprendidas entre 25 y 63 cm. Si H es menor de 25 cm, entonces el multiplicador horizontal adopta el valor 1.

Si H fuera mayor a 63 cm, implicaría que el levantamiento se debería efectuar bien con inclinación del tronco, bien con una hiperextensión de los hombros.

El valor mínimo de V está limitado por la superficie del suelo y su valor máximo por el límite de alcance superior (175 cm).

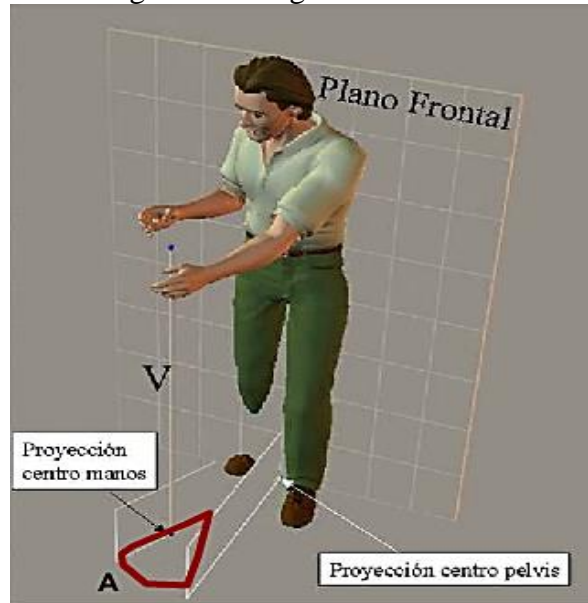
Cuando V es igual a 75 cm, el multiplicador vertical (VM) es 1. A medida que V se aleja (por encima o por debajo) de 75 cm, el VM decrece.

- Multiplicador de asimetría (AM: Asymmetric Multiplier) es igual a:

$AM = 1 - 0,0032 A.[^\circ]$. A es el ángulo de asimetría y representa el desplazamiento angular del cuerpo del trabajador, medido con respecto al plano sagital, tanto en el origen como en el destino del levantamiento.

Se define como asimétrico aquel levantamiento que comienza o termina fuera del plano medio sagital. Como regla general, los movimientos asimétricos deben ser eliminados, implicaría que el levantamiento se debería efectuar bien con inclinación del tronco, bien con una hiperextensión de los hombros.

Figura 22. Ángulo de asimetría



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

El multiplicador de frecuencia se determina en función de:

- El número de levantamientos por minuto (frecuencia).
- El tiempo intervenido en la actividad de levantamiento.
- La altura vertical de levantamiento (V).

La frecuencia de levantamiento (F) es el número de elevaciones hechas por minuto, y se debe medir durante un tiempo de observación de al menos 15 minutos.

El multiplicador de frecuencia refleja el grado de acoplamiento entre las manos y el objeto manipulado, en los cuales tenemos:

- **Bueno:** Contenedores con diseño optimo (caja, cajones, etc.). Provisto de orificios para las manos.
- **Regular:** Contenedores que aún con un diseño adecuado no reúnen algunos requisitos como para ser considerados como óptimos.
- **Malo:** Contenedores mal diseñados, distribución irregular del peso, objetos voluminosos, etc. Cuando se utilizan guantes o se manipulan bolsas o paquetes no rígidos.

3.3.6.6 Índice de levantamiento compuesto (multi-tarea). El procedimiento fue diseñado para determinar los efectos colectivos de todas las tareas.

Este método está basado en las siguientes suposiciones:

- Múltiples de levantamiento. Puede incrementar la carga física o la carga metabólica; y que este incremento de carga debe ser reflejado en una reducción del límite de peso recomendado (RWL) y en un incremento del índice de levantamiento.
- Incremento del índice de levantamiento independiente. Debido a la adición de una o más tareas, es independiente del índice de levantamiento de cualquiera de las tareas precedentes. Cuando se utilizan guantes o se manipulan bolsas o paquetes no rígidos.
- Incremento del índice de levantamiento dependiente. Depende de las características resultantes de la acción de tareas de levantamiento.

El procedimiento está basado en el concepto de índice de levantamiento compuesto (CLI), que representa las demandas totales del trabajo, y que es igual a la suma de los índices de levantamiento de simple-tarea (STLI) y de las variaciones incrementales en el CLI de cada tarea adicionada.

Los pasos a seguir para obtener el (CLI), son:

- Obtener el límite de peso recomendado independiente de la frecuencia (FIRWL), y el límite de peso recomendado para simple tarea (STRWL).
- Obtener el índice independiente de levantamiento de la frecuencia (FILI), para cada tarea.
- Obtener el índice de levantamiento compuesto (CLI), para el trabajo en conjunto.

La variación incremental en el CLI para una tarea específica está definida como la diferencia entre el índice de levantamiento (LI) para esa tarea a la frecuencia acumulada y el índice de levantamiento para esa misma tarea a su frecuencia actual.

3.3.7 *Método de Snook y Ciriello (Empuje y tracción de cargas).* Las tablas de Snook y Ciriello (1991) establecen los Valores Máximos Aceptables de Pesos y Fuerzas para un determinado porcentaje de la población en unas condiciones dadas.

Los estudios se realizaron en trabajadores de ambos sexos con el objetivo de analizar entre dolores dorso-lumbares y la realización de tareas de levantamiento, descenso, transporte, empuje y tracción de cargas. En base a los resultados, se construyeron tablas para estos tipos de tareas y diferenciadas según el sexo del trabajador.

Las conclusiones de las tablas de Snook y Ciriello señalan:

- Tarea aceptable: >90%
- Tarea mejorable: 90%/75%
- Tarea de riesgo: <75%

Este método resulta especialmente útil para las tareas de transporte, empuje y tracción.

Para otras tareas como son tareas de elevación y descenso de cargas se recomienda utilizar otros métodos ergonómicos.

3.3.7.1 *Procedimiento a evaluar en una tarea de transporte.* Las variables que se deben tener en cuenta para la aplicación de este método son:

- Distancia recorrida. Se consideran tres distancias (2,1; 4,3; 8,5 metros). Para distancias intermedias se interpolan los datos de la tabla.
- Frecuencia de empuje. Se considera desde un transporte cada 6 segundos hasta uno cada 8 horas.
- Porcentaje de la población. Se refiere al porcentaje de la población que puede empujar la carga, se consideran los porcentajes de 90, 75, 50, 25 y 10.
- Altura de agarre. Se consideran dos alturas de agarre de la carga diferentes para cada sexo: 111 y 79 cm en codo y nudillos para hombres, y 105 y 72 cm respectivamente para mujeres.

3.3.7.2 Procedimiento a evaluar en una tarea de empuje o tracción. Las variables que se deben tener en cuenta para la aplicación de este método son:

- **Fuerza.** Se incluyen dos fuerzas diferentes en cada tabla: la Fuerza Inicial es la requerida para poner la carga en movimiento, y la Fuerza Sostenida es la necesaria para mantener la carga en movimiento a lo largo del recorrido.
- **Distancia recorrida.** Se consideran seis distancias (2,1; 7,6; 15,2; 30,5; 45,7 y 61 metros). Para distancias intermedias se interpolan los datos de la tabla.
- **Frecuencia de empuje.** Se considera desde un empuje cada 6 segundos hasta uno cada 8 horas.
- **Sexo del trabajador.** Se diferencian los valores para hombres y para mujeres.
- **Altura del agarre.** Se consideran tres alturas de agarre de la carga diferente. Para cada sexo: 144, 95, 64 cm para hombres, y 135, 89, 57 cm para mujeres.
- **Porcentaje de la población.** Se refiere al porcentaje de la población que puede empujar la carga, se consideran los porcentajes de 90, 75, 50, 25 y 10.

3.3.7.3 Pasos para la evaluación de las tablas de Snook y Ciriello.

- **Recogida de datos (medir y anotar las variables de la tarea).** Se puede utilizar la siguiente hoja de toma de datos:

Tabla 34. Hoja para la toma de datos para tarea de transporte.

Hoja de datos PARA APLICACION EN TAREAS TRANSPORTE											
SEXO	<input type="checkbox"/> MASCULINO					<input type="checkbox"/> FEMENINO					
ALTURA	Masculino					Femenino					
	111 (codo)		79 (nudillos)			105 (codo)		72 (nudillos)			
PERCENTIL	90		75		50		25		10		
DISTANCIA TRANSPORTE	2.1				4.3			8.5			
FRECUENCIA	8 h	30'	5'	2'	1'	35"	25"	22"	15"	12"	6"

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Tabla 35. Hoja para la toma de datos para tarea de empuje-tracción.

Hoja de datos PARA APLICACION EN TAREAS EMPUJE, TRACCION											
SEXO	<input type="checkbox"/> MASCULINO					<input type="checkbox"/> FEMENINO					
FUERZA INICIAL	Dato a medir con Dinamómetro										
FUERZA SOSTENIDA	Dato a medir con Dinamómetro										
ALTURA	Masculino					Femenino					
	144 (Hombro)	95 (codo)	64	135 (Hombro)	89 (codo)	57					
PERCENTIL	90	75	50	25	10						
DISTANCIA	2.1	7.6	15.2	30.5	45.7	61					
FRECUENCIA	8 h	30'	5'	2'	1'	35"	25"	22"	15"	12"	6"

Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

3.3.8 Guía de PVD del INSHT. La introducción de la informática ha impuesto una nueva concepción del trabajo de oficina, la “ofimática”. Aunque las pantallas de visualización de datos (PVD) son utilizadas en diferentes actividades, su extensión se ha debido, fundamentalmente, al desarrollo de la informática y la masiva introducción de ordenadores, donde el display constituye una unidad periférica de salida que permite la visualización de la información (gráfica o alfanumérica) a partir del uso de un tubo de rayos catódicos u otras técnicas.

La intervención ergonómica ha demostrado ser una gran ayuda en la prevención de problemas asociados con las pantallas de visualización de datos (Hedge and Evans, 2001; estudio internacional JOSE, 2005). Es fundamental un correcto diseño de los puestos de trabajo para prevenir la aparición de alteraciones visuales (fatiga visual, fotofobia, lagrimeo, etc.), fatiga mental (ansiedad, cefalea y dolores abdominales, picores, depresión, falta de concentración, etc.) y lesiones musculoesqueléticas (algias, tendinitis y contracturas), ya que los operarios de este tipo de puesto, en el que los movimientos están limitados, la atención fija a la pantalla y las manos ligadas al tablero, son los más vulnerables al equipo o mobiliario inadecuado.

En España, la normativa en los trabajos con pantallas de visualización de datos se contempla dentro del marco de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, el Reglamento de los Servicios de Prevención, el Real Decreto 488/1997 (Reglamento sobre Pantallas de Visualización) y en el Real Decreto 486/1997 (Reglamento sobre Lugares de Trabajo). Según el Real Decreto 488/1997 sobre “disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización”.

Este tipo de puesto es el constituido por un equipo con pantalla de visualización provisto, en su caso, de un teclado o dispositivo de adquisición de datos.

De un programa para la interconexión persona/máquina, de accesorios ofimáticos y de un asiento y mesa o superficie de trabajo, así como el entorno laboral inmediato.

Se determina que han de ser objetos de evaluación todos aquellos puestos en que durante una parte relevante del trabajo se utilice equipos de PVD.

Se consideran “usuario”, aquellos que superen las 4 horas diarias ó 20 semanales de trabajo efectivo y, podrían considerarse “usuarios”, aquellos que trabajen entre 2 y 4 horas diarias cuando cumplan por lo menos 5 de los siguientes criterios:

- Depender del equipo para hacer su trabajo.
- No poder decidir voluntariamente si se usa o no el equipo.
- Se necesita formación o experiencia específica, exigida por la empresa, para hacer el trabajo.
- Si se utiliza el equipo durante periodos continuos de una hora o más.
- Si se utiliza el equipo a diario o casi diariamente.
- Que la obtención rápida de información de la pantalla constituya un requisito importante del trabajo.
- Que se necesite un alto nivel de atención, por ejemplo, debido a que las consecuencias del error puedan ser críticas.

3.3.8.1 *Diseño del puesto y los equipos.* El diseño ergonómico deberá conseguir que los distintos elementos del sistema formen un todo coherente, considerando la interacción entre individuo y entorno en su totalidad (Kroemer, 1997). El objetivo es proyectar un sistema que tenga en cuenta las capacidades y las limitaciones del ser humano, atendiendo tanto a factores físicos (antropometría, biomecánica) como mentales (capacidad perceptiva, de procesamiento de información, toma de decisiones.).

La gran variabilidad de usos y la pluralidad de usuarios de oficina se resuelve teniendo en cuenta los siguientes requisitos: márgenes de ajustabilidad entre usuarios, posibilidad de cambiar de postura con frecuencia y posibilidad de acceder al entorno del puesto.

Los aspectos que se han de tener en consideración en los puestos de trabajo equipados con pantallas de visualización son:

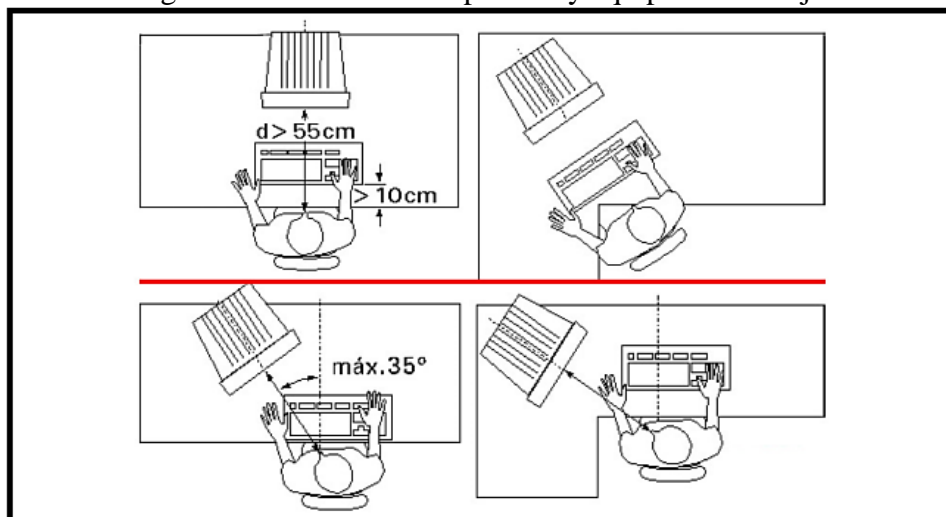
- el equipo informático.
- el mobiliario del puesto.
- el medio ambiente físico.
- la interfaz persona/ordenador.

Si el trabajo es esencialmente informático, es preciso situar el equipo en el centro de la zona de confort del campo visual, sin que esto obstaculice el contacto visual con los clientes u otras personas necesarias en la relación de trabajo.

Cuando se utilizan diferentes equipos de trabajo, es recomendable situarlos a la misma distancia.

La disposición de los distintos equipos en el tablero dependerá del alcance máximo del brazo y quedarán establecidas por su semicírculo formado a partir de la articulación del hombro.

Figura 23. Diseño de los puestos y equipos de trabajo.



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

La zona de trabajo óptima en el plano vertical es aquella que abarca desde el asiento hasta el hombro, con el centro a la altura del codo aproximadamente; la zona de alcance máximo vertical va desde 50mm por debajo de la altura del asiento hasta la altura de los ojos.

En el caso de los alcances, los ajustes usuario-objeto deben realizarse para los usuarios más pequeños y el percentil a considerar es el percentil 5.

No obstante, se debe emplazar el equipo que más se utilice en la zona de confort de alcance. Esta zona de confort se define como aquella área barrida por ambas manos sin cambiar de postura.

3.3.8.2 Postura de trabajo. La postura de referencia ante las pantallas de visualización de datos que aparece en la guía de diseño de PVD del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo es:

- Línea de visión paralela al horizonte.
- Línea de los hombros paralela al plano frontal, sin torsión del tronco.
- Los brazos, verticales; y los antebrazos horizontales.
- Manos relajadas, sin forzar la extensión ni en desviación lateral.
- Columna (espalda) recta.
- Muslos aproximadamente horizontales y piernas verticales.
- Planta del pie en ángulo recto respecto a la pierna y pies bien apoyados.

Aunque en las recomendaciones se indica que la espalda debe estar recta, esto no implica que el respaldo del asiento tenga que estar en posición vertical.

La columna se considera que está “recta” cuando las vértebras estén alineadas y esto se consigue cuando el tronco está inclinado hacia atrás formando un ángulo entre 100° y 110° con respecto a la horizontal.

De esta forma, la espalda reposa en el respaldo y el apoyo lumbar puede ejercer suficiente presión para que la columna rectifique su postura en cifosis. Pero hay que tener que no es bueno mantener ninguna postura durante mucho tiempo, por lo que lo ideal será variar con frecuencia de postura.

Como otras normas posturales en general recordar que:

- Debe evitarse girar o inclinar el tronco hacia los lados.
- Intentar no flexionar el cuello más de 20° y evitar, en la medida de lo posible, los giros frecuentes hacia los lados.
- Procurar un buen apoyo de la espalda en el respaldo. Es conveniente que el respaldo del asiento sea reclinable.
- Mantener los brazos paralelos y los antebrazos apoyados en el tablero.
- No separar los brazos del cuerpo al trabajar con el ratón.

3.3.8.3 Pantalla de visualización de datos. Pantallas de visualización de datos. Las consideraciones de diseño en las pantallas hacen referencia a su tamaño y a la posibilidad de control de contraste, brillo, rotación e inclinación. Los dispositivos de control deben estar en lugares accesibles para facilitar su manipulación. Contará preferiblemente con un pedestal independiente.

La pantalla debe ser capaz de proporcionar una luminancia de al menos 35 Cd/m² para los caracteres. La luminosidad de los caracteres estará entre 40 y 200 cd/m², no debiendo ser la del fondo inferior a 10 Cd/m². En entornos de alta luminancia el nivel preferido de luminancia se sitúa en torno ser menor de 100 Cd/m².

En la Guía Técnica se establece que la pantalla debería poder verse libre de parpadeos como mínimo por el 90% de los usuarios. Como la percepción de dicho parpadeo depende de numerosos factores, la Guía recomienda una frecuencia mínima de 70 Hz. Esta frecuencia no debería ser en ningún caso inferior a 60Hz.

3.3.8.4 Colocación de la pantalla de trabajo. En lo que concierne a la colocación de la pantalla, se recomienda situarla a una distancia superior a 400 mm, respecto a los ojos del usuario y a una altura tal que pueda ser visualizada dentro del espacio comprendido entre la línea de visión horizontal y la trazada a 60° bajo la horizontal.

La postura de referencia ante las pantallas de visualización de datos que aparece en la guía de diseño de PVD del INSHT es:

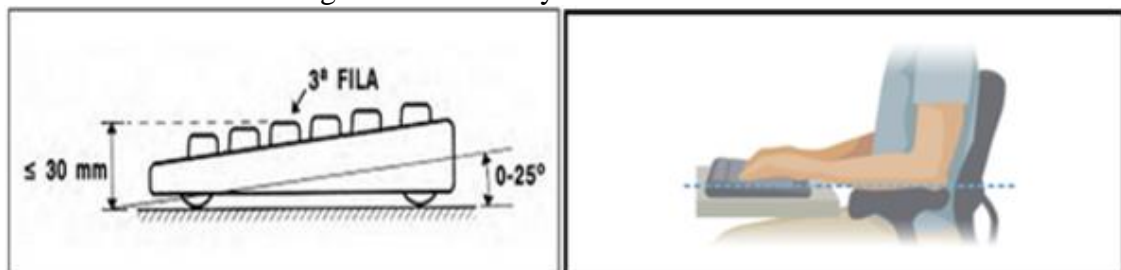
- Línea de división paralela al horizonte.
- Línea de los hombros paralela al plano frontal sin torsión del tronco.
- Los brazos verticales y los antebrazos horizontales.
- Las manos relajadas sin forzar la extensión ni en desviación lateral.
- Columna recta.
- Muslos aproximadamente horizontales y piernas verticales.
- Planta del pie en ángulo recto respecto a la pierna y pies bien apoyados.

3.3.8.5 Colocación y dimensionamiento del teclado. El teclado continúa siendo actualmente el principal dispositivo de introducción de datos. El requisito de movilidad e independencia respecto al resto del equipo resulta necesario para poder reubicarlo conforme a los cambios de postura del usuario.

Algunas características del teclado, como su altura, grosor e inclinación, pueden influir en la adopción de posturas incorrectas y originar trastornos en los usuarios. Para prevenir estos riesgos, el diseño del teclado debería cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- El cuerpo del teclado debe ser suficientemente plano.
- Se recomienda que la altura de la 3ª fila de teclas (fila central) no exceda de 30 mm, respecto a la base de apoyo del teclado.
- la inclinación de éste debería estar comprendida entre 0° y 25° respecto a la horizontal.

Figura 24. Diseño y ubicación del teclado



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

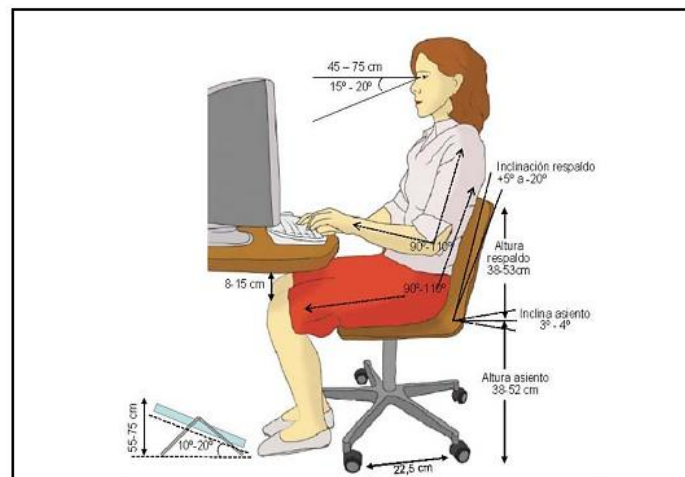
Si el diseño incluye un soporte para las manos, su profundidad debe ser al menos de 10 cm. Si no existe dicho soporte se debe habilitar un espacio similar en la mesa delante del teclado. Este reposa manos es muy importante para reducir la tensión estática en los brazos y la espalda del usuario.

Muchas de las actividades realizadas con pantallas de visualización se caracterizan por el mantenimiento de posturas estáticas prolongadas, lo cual es negativo desde el punto de vista fisiológico. Ahora bien, los efectos de una postura estática prolongada se agravan si se adoptan posturas incorrectas, en ocasiones propiciadas por un diseño inadecuado del puesto

3.3.8.6 Colocación y dimensionamiento de la silla de trabajo. Las sillas destinadas a los puestos de trabajo con pantallas de visualización deberían cumplir los siguientes requisitos de diseño:

- Respaldo con una suave prominencia para dar apoyo a la zona lumbar y con dispositivos para poder ajustar su altura e inclinación.
- Profundidad del asiento regulable, de tal forma que el usuario pueda utilizar el respaldo sin que el borde del asiento le presione las piernas.
- Mecanismos de ajuste fácilmente manejables en posición sentado y contruidos a prueba de cambios no intencionados.

Figura 25. Dimensionamiento adecuado de la silla de trabajo.



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

El reposapiés se hace necesario en los casos donde no se puede regular la altura de la mesa y la altura del asiento no permite al usuario descansar sus pies en el suelo. Cuando sea utilizado debe reunir las siguientes características:

- Inclinación ajustable entre 0° y 15° sobre el plano horizontal.
- Dimensiones mínimas de 45 cm. de ancho por 35 cm. de profundidad.
- Tener superficies antideslizantes, tanto en la zona superior para los pies como en sus apoyos para el suelo.

Por otra parte, en el entorno del puesto debe existir suficiente espacio para permitir el acceso del usuario al mismo sin dificultad, así como para que pueda tomar asiento y levantarse con facilidad. La configuración del puesto de trabajo debe considerar la variabilidad de las dimensiones antropométricas de los posibles usuarios.

Para el trabajo en posición sentado, debe habilitarse el suficiente espacio para alojar los miembros inferiores y para permitir los cambios de postura en el transcurso de la actividad.

3.3.8.7 Colocación y dimensionamiento del tablero de trabajo. En el Real Decreto 488/1997 se establece que el tablero en los puestos con pantallas sea poco reflectante y de dimensiones suficientes.

Es muy importante que la mesa soporte, sin moverse, el peso del equipo y el de cualquier persona que se apoye sobre alguno de sus bordes, o bien cuando se utilice de asidero para moverse con la silla rodante.

La superficie será mate, de colores claros o neutros (gris, verdes, pardos) y deben carecer de esquinas o aristas agudas con el fin de evitar lesiones o molestias a los usuarios (radio de giro mayor de 2mm).

La mesa debe ser lo suficientemente amplia para que se puedan disponer en ella todos los elementos de trabajo y quede libre además un espacio suficiente para apoyar los brazos para realizar con comodidad todas las funciones requeridas.

Las dimensiones del plano serán como mínimo de 1200mm de ancho y 800mm de profundidad, aunque lo recomendable es que el ancho sea mayor de 1600mm y la profundidad igual o mayor de 900mm cuando se utilizan monitores grandes.

Es aconsejable que disponga de planos auxiliares o alas, adjuntas y al mismo nivel del plano principal, para colocar otros periféricos como escáner, impresora, etc. sobre todo en aquellos casos en los que se desempeñen otras tareas además del trabajo de pantallas (atención al público, estudio, etc.).

La longitud recomendada de estas alas es de 1200mm y su anchura no debe ser nunca inferior a 60mm. La altura recomendable, para una persona sentada, es la que alcanza los codos, teniendo presente elegir la altura para las personas de mayor talla ya que los demás pueden adaptar la altura con sillas regulables.

Si la mesa es fija, la altura estará comprendida entre 700-730mm. Si es regulable oscilará entre 600 y 800mm.

Figura 26. Dimensionamiento del tablero de trabajo.



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

3.3.8.8 Metodología de evaluación. En el Anexo al Real Decreto 488/1997 se establecen las disposiciones mínimas que han de cumplir los puestos equipados con pantallas de visualización a fin de prevenir los citados riesgos.

Estos requerimientos comprenden el equipo informático, el mobiliario, el medio ambiente físico y los programas informáticos. Los criterios de referencia para el estudio de puestos de trabajo con pantallas de visualización están recogidos en la Guía del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El empresario debe proceder a realizar la evaluación de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores usuarios de los equipos con pantallas de visualización, especialmente de los relativos a la fatiga visual, los trastornos musculoesqueléticos y los derivados de la carga mental.

A estos riesgos está sometida cualquier persona que haya sido catalogada como "trabajador" usuario de pantallas de visualización, con arreglo a los criterios expuestos anteriormente.

Por tanto, la citada evaluación deberá realizarse en todos aquellos puestos equipados con "pantallas de visualización" que puedan ser ocupados por empleados con la consideración de "trabajadores" usuarios de dichos equipos.

Dado que cualquier riesgo para la salud puede incrementarse como consecuencia del efecto combinado de diferentes factores causales.

El análisis debería tener en cuenta todos los elementos que integran el puesto de trabajo:

- El equipo informático.
- La configuración del puesto.
- El medio ambiente físico.
- Los programas informáticos.

El tipo de evaluación debe ser apropiado a la clase de trabajo realizado y a la complejidad del puesto.

Para la mayoría de las actividades de oficina será suficiente la evaluación basada en la información obtenida mediante la aplicación de un test de evaluación como, el test del anexo a la Guía Técnica del INSHT.

3.4 Aplicación al dispositivo android instalado ErgoSoft Pro 2.0.

La aplicación de Android instalado en el móvil es una herramienta fácil y rápida de usar para toma de datos, incluidas fotos y videos, de los diferentes métodos de evaluación ergonómica, los datos serán importados por la aplicación de escritorio ErgoSoft Pro.

Figura 27. Dispositivo android con ErgoSoft App.



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

3.4.1 *Características del dispositivo móvil para la instalación de la app.* A continuación se detallan las principales características del dispositivo Android.

- Pantalla Full HD de 5 pulgadas con una resolución de 1920 x 1080 píxeles, otorgándole unos excelentes 443 ppi.
- El procesador posee una CPU **Qualcomm Snapdragon 800** de cuatro núcleos modelo MSM897.
- Frecuencia de 2,2 GHz.
- Poseer una gráfica Adreno 330.
- Memoria RAM es de 2GB.
- Sistema operativo es Android 4.4.4

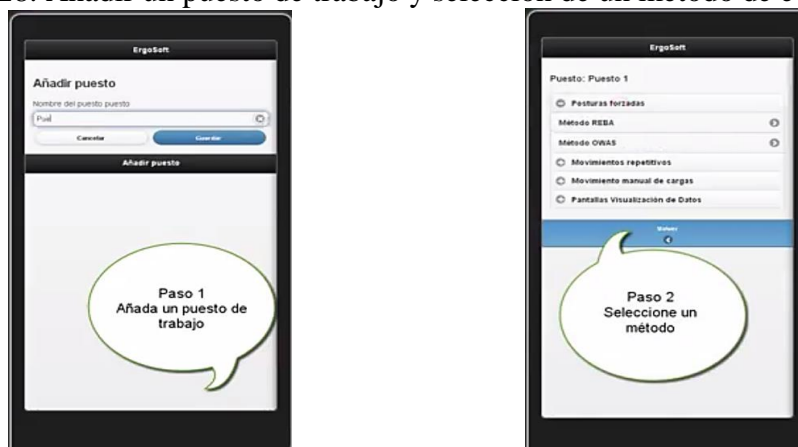
3.4.2 Instalación de la app

- Guardar el fichero ergosoftApp.zip
- Descomprimir y obtener el fichero ergosoft App.apk
- Prepara el dispositivo para instalar Apps que no sean del Android Market, para ello debemos activar la opción "Orígenes desconocidos"
- Allí debemos activar la opción "Orígenes desconocidos".
- Después copiar el archivo ergosoft App.apk a una carpeta del dispositivo Android, y buscarlo desde el explorador de archivos, se pueden utilizar aplicaciones.
- Aceptamos e instalamos. Seguimos los pasos de instalación como siempre y ya tendremos en el sistema la nueva aplicación ergosoft App.

3.4.3 Funcionamiento de la aplicación en el dispositivo android. En la pantalla principal de la APP se da de alta un nuevo puesto de trabajo, luego pulsando sobre el nombre del puesto que se va a trabajar, se pasa a la pantalla donde están los métodos de evaluación que contiene la APP.

Clasificados por factor de riesgo y se procede a seleccionar el método de evaluación según se requiera.

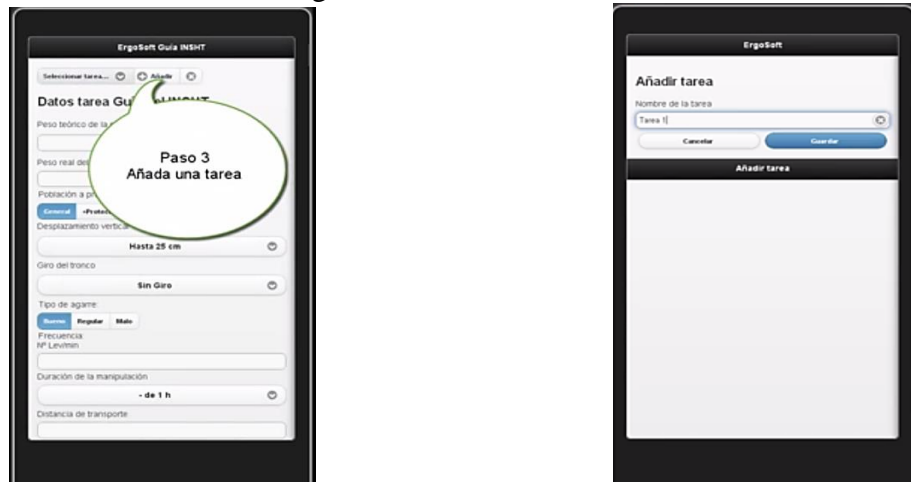
Figura 28. Añadir un puesto de trabajo y selección de un método de evaluación



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Posteriormente se añade una tarea específica pulsando en la tecla añadir que se muestra en el dispositivo Android.

Figura 29. Añadir una tarea



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Pulsando sobre la tecla añadir datos se pasa a la pantalla donde se introducen los datos, se puede añadir foto y video

Figura 30. Introducir datos en el dispositivo móvil

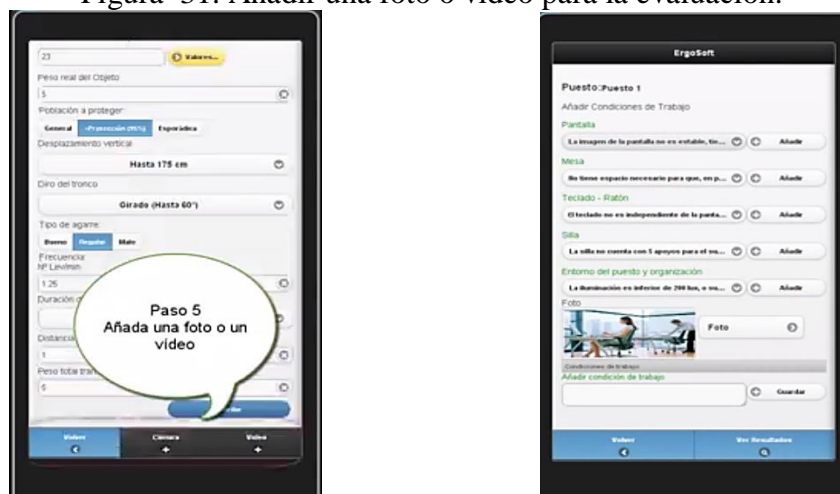


Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Una vez que se haya llenado todos los datos se procede a añadir una foto o video de la tarea que se está evaluando.

También desde el software ErgoSoft Pro podemos importar los datos conectando el dispositivo móvil y seleccionando el botón importar de móvil.

Figura 31. Añadir una foto o video para la evaluación.



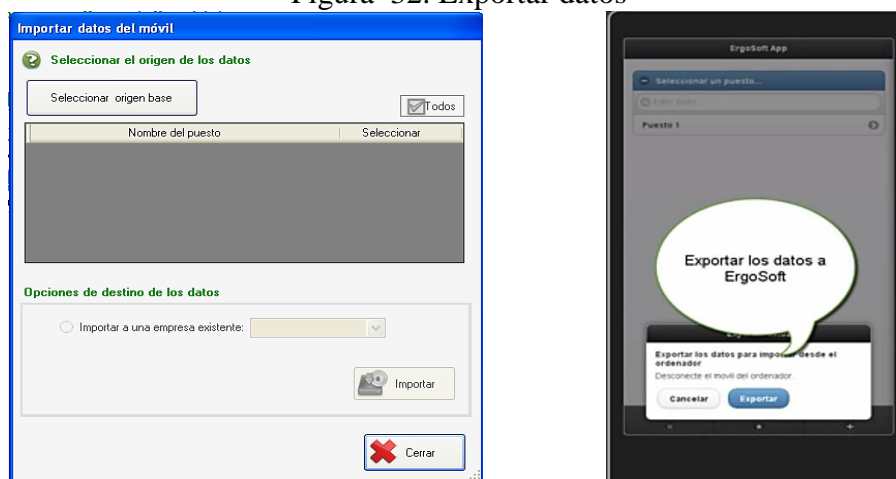
Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

Una vez terminado de subir el video o la foto se procede a exportar los datos generados por la aplicación en el dispositivo Android. Desde la pantalla seleccionamos el origen de los datos que se encuentra en la carpeta ErgoSoft dentro de la unidad del móvil conectado.

Aparecen todos los nombres de los puestos y seleccionamos los que se van a importar. Seleccionamos la empresa a la que se añadirán los datos de los puestos y pulsamos importar.

El sistema nos crea los puestos y no introduce en la base de datos, los datos de la APP y copia las fotos y videos asignados a cada puesto de trabajo.

Figura 32. Exportar datos



Fuente: <http://www.psicopreven.com/formacion>

CAPÍTULO IV

4. DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA APROPIADA PARA LOS PUESTOS DE TRABAJO OBJETO DE ESTUDIO DEL SOFTWARE

4.1 Situación actual de los talleres metalmecánicos de la ciudad de Riobamba.

4.1.1 *Situación actual de CARROCERIAS MAYORGA*

- Identificación del taller

Nombre: CARROCERIAS MAYORGA

Tipo de empresa: Privada

Ciudad: Riobamba

Dirección: Panamericana Sur Km 4,5

- Descripción de la actividad de la empresa

Las actividades que desarrolla la empresa son a la fabricación y mantenimiento de carrocerías metálicas para buses, cuenta con tres líneas de fabricación similares.

- Descripción de las áreas de la empresa

La empresa cuenta con una superficie muy amplia para realizar sus actividades, cuenta con:

- Área administrativa
- Área de bodegas
- Área de vestidores
- Área bodega de pinturas
- Área de fabricación
- Área de materiales
- Área de pintura y acabados
- Área almacenamiento producto

- Descripción de los puestos de trabajo

Puesto 1(cortadora de materiales). En este puesto se realizan todo tipo de corte de materiales con una cortadora circular eléctrica, los materiales son:

Tubos cuadrados de diferentes dimensiones, perfiles, pletinas, tubos redondos y cerchas.

Puesto 2(dobladora de tubos). En este puesto se realizan exclusivamente doblados de tubos redondos de diferentes diámetros.

Puesto 3(dobladora de cerchas). En este puesto se realiza el doblado de la cercha metálica que se utiliza para la estructura inicial y parte principal de la fabricación de la carrocería.

Puesto 4(dobladora de planchas de tol). En este puesto generalmente se doblan planchas de tol y se dan forma a los mismos, en casos se lo utiliza también para enderezar las planchas de tol y además también se pueden doblar perfiles, pletinas, entre materiales.

Puesto 5 (ensamblaje de la estructura). En este puesto se cuenta con la presencia de grupos de trabajo comandados por un líder o jefe de grupo, éste es el puesto donde se emplea la mayor parte de tiempo de las jornadas laborales ya que es en donde se fabrica en si la carrocería. En este puesto se combinan muchas actividades tales como: Soldeo, doblado de latas, doblado de tubos, pulido, levantamiento de cargas , colocación de partes como las fibras de vidrio en la parte posterior y delantera del diseño, corte, etc., propios de la actividad se emplean muchas herramientas como martillos, combos, cinces, soldadora (MIG), gatos hidráulicos, amoladoras, taladros, entre otros.

Puesto 6(pintura). En este puesto se realiza el proceso de fondeado y pintado de todas las partes a ser ensamblado a la carrocería del bus, se encarga de dar los acabados finales a las latas, fibras y piezas de ensamble como agarraderas, el tablero y sus puertas de las bodegas.

Puesto 7(acabados). Podemos mencionar algunos como por ejemplo la colocación de las puertas de entrada y salida, de las bodegas laterales, ventoleras, armada del tablero, colocación de los asientos y forrado de la estructura e iluminación, entre otros detalles de ensamble como agarraderas, el tablero y sus puertas de las bodegas.

En este puesto se realiza el ensamble final de la carrocería, es decir se le añade todos los elementos faltantes para el diseño final y entrega del producto.

Puesto 8(mantenimiento). En este puesto únicamente se realizan trabajos de mantenimiento ofertados por la empresa para sus productos después de su entrega, generalmente las actividades son corrección de puntos de suelda, engrasado de las partes móviles, ajustes de pernos y tornillos, corrección en la apariencia con fibra de vidrio.

Puesto 9(administrativo). El puesto de trabajo es dedicado al sector administrativo de la empresa con actividades como atención al cliente, contratos de fabricación, recursos humanos, registros materiales, contabilidad y toda la parte legal.

- Actividades a analizar en los diferentes puestos

Serán objeto de estudio para la parte de ergonomía los siguientes:

- El transporte de perfiles a la zona de corte.
- El doblado de planchas metálicas
- El doblado de cerchas metálicas
- El doblado de tubos redondos.
- El doblado de tubos cuadrados
- Forrado de la estructura.
- El moldeado de formas para la parte frontal mediante combo.

- Periodos de trabajo

La empresa trabaja en jornadas de 8 horas diarias de 8:00 hasta las 12:00 y de 14:00 a 18:00 que es la hora de salida, disponen de 2 horas para el almuerzo contados desde las 12:00 hasta las 14:00, disponen de un receso de 15 minutos para un break a las 10:00, las laborables normales son de lunes a viernes.

En este puesto únicamente se realizan trabajos de mantenimiento ofertados por la empresa para sus productos después de su entrega, generalmente las actividades son corrección de puntos de suelda, engrasado de las partes móviles, ajustes de pernos y tornillos.

- Datos de los trabajadores

La empresa cuenta con 11 trabajadores divididos en tres grupos cada grupo por línea de fabricación, por ser iguales las líneas de fabricación en el presente estudio solo analizaremos la primera línea de fabricación. En la tabla se muestran los datos proporcionados por la administración de la empresa.

Tabla 36. Datos de los trabajadores Carrocerías Mayorga

Nombre del trabajador	Estatura [m]	Cargo en la empresa	Permanencia en la empresa [años]	Edad [años]
Fabián Tanqueño	1,64	Jefe de grupo	6	32
Fabián Guamangate	1,58	Operario	5	29
Pablo Tanqueño	1,58	Operario	8	22
Wilson Guamangate	1,56	Jefe de grupo	9	35
Marcelo Tanqueño	1,64	Operario	6	3
Eduardo Cujigualpa	1,58	Operario	8	36
Omar Secay	1,68	Operario	0,5	28

Fuente: Autores.

4.1.2 Enfoque de los puestos de trabajo

4.1.2.1 Métodos y técnicas para la selección del puesto conflictivo

- *Validación y confiabilidad.* Para el siguiente estudio se utilizó, como instrumento la observación Directa (Técnica cualitativa) así como también la Entrevista no estructurada a los mecánicos en estudio. (S, y otros, 2000)
- *Observación directa.* Es aquella en donde que el mismo investigador procede a la recopilación de información sin dirigirse a los sujetos involucrados. Recurre directamente a su sentido de la observación. (Rodríguez, 2011)
- *Observación indirecta.* El investigador se dirige al grupo para obtener información deseada. Al responder a las preguntas el sujeto interviene en la producción de información. El puesto de trabajo es dedicado al sector administrativo de la empresa con actividades como atención al cliente, contratos de fabricación, recursos humanos, registros materiales, contabilidad y toda la parte legal.

- *Entrevista semiestructurada o esquemática.* Parte de una pauta o guía de preguntas con los temas o elementos claves que se quiere investigar o profundizar de una exploración previa con el informante. (Rodríguez, 2011)

4.1.3 *Modelo de entrevista semiestructurada.*

Empresa/taller: Carrocerías Mayorga

Nombre del entrevistado:

Fecha: 05/11/2015

Objetivo: Identificar los puestos de trabajo más conflictivos en los/as empresas/talleres metalmecánicos de la ciudad de Riobamba.

PREGUNTAS:

1. ¿Realiza trabajos que requieren posturas forzadas?
SI.....NO.....
2. ¿Realiza trabajos que requieran manejo manual de cargas?
SI.....NO.....
3. ¿Realiza trabajos que requieran movimientos repetitivos?
SI.....NO.....
4. ¿En qué puestos de trabajo requieren grandes esfuerzos?
Doblado de cerchas metálicas, tubos cuadrados y redondos
5. ¿En qué puestos de trabajo requieren movimientos repetitivos?
Forrado de la carrocería y ensamble frontal.
6. ¿En qué puestos de trabajo requieren manejo manual de cargas?
Trasporte de perfiles metálicos.
7. ¿Conoce usted sobre los riesgos ergonómicos a los cuales está expuesto en el trabajo?
SI.....NO.....

8. ¿Cuáles son las zonas del cuerpo que presentan con mayor frecuencia fatiga/dolor?

- Cuello
- Espalda baja
- Espalda alta
- Piernas
- Brazos

4.1.3.1 *Análisis de resultados de la entrevista.* En la siguiente tabla se muestran los resultados porcentuales de la entrevista.

Tabla 37. Carrocerías Mayorga

Nº	Pregunta	Respuesta	%
1	¿Realiza trabajos que requieran posturas forzadas?	SI	80
		NO	20
2	¿Realiza trabajos que requieran manejo manual de cargas?	SI	70
		NO	30
3	¿Realiza trabajos que requieran movimientos repetitivos?	SI	65
		NO	35
4	¿En qué puestos de trabajo requieren grandes esfuerzos?	Dobladora de cerchas	60
		Dobladora de planchas de tol	50
		Dobladora de tubos redondos/cuadrados	30
5	¿En qué puestos de trabajo requieren manejo manual de cargas?	Transporte de material	65
		Colocación de la plancha de tol lateral y superior	40
		Armado de la estructura	25
6	¿En qué puestos de trabajo requieren movimientos repetitivos?	Forrado lateral de la carrocería	40
		Dar forma a la estructura frontal	40
		Pulido	35
7	¿Conoce usted sobre los riesgos ergonómicos a los cuales está expuesto en el trabajo?	SI	60
		NO	40
8	¿Cuáles son las zonas del cuerpo que presentan con mayor frecuencia fatiga/dolor?	Cuello	20
		Espalda baja	30
		Espalda alta	30
		Piernas	0
		Brazos	10

Fuente: Autores.

Los resultados de las entrevistas mediante una encuesta semiestructurada fueron analizados y tabulados de acuerdo con el número de preguntas y sus respuestas. Parte de una pauta o guía de preguntas con los temas o elementos claves que se quiere investigar o profundizar de una exploración previa con el informante. Para determinar en porcentaje la presencia de riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo y de esta manera poder ubicar el puesto conflictivo que sería el objeto de estudio. Parte de una pauta o guía de preguntas con los temas o elementos claves que se quiere investigar o profundizar de una exploración previa con el informante. (Rodríguez, 2011)

4.1.4 *Selección de los puestos conflictivos para el estudio.*

4.1.4.1 *Puestos conflictivos en la empresa Carrocerías Mayorga.* Luego de analizar los resultados de la encuesta aplicados a los trabajadores de la Empresa Carrocerías Mayorga, se establecen que las actividades de trabajo conflictivos y objeto de estudio son:

- Transporte manual de perfiles en C
- Doblado de cerchas
- Doblado de tubos cuadrados
- Doblado de tubos redondos
- Dar forma a la estructura frontal de la carrocería.

4.1.4.2 *Planteamiento del método óptimo de evaluación.* Para conocer el método a aplicar, primero detallamos cada uno de los métodos con los que podemos evaluar de acuerdo con la característica que presente dicho puesto, los métodos son:

Tabla 38. Métodos de evaluación

Método	Aplicación
RULA	Para movimientos repetidos
OCRA	Para movimientos repetidos
REBA	Para posturas forzadas
OWAS	Para posturas forzadas
NIOSH	Para manejo manual de cargas
GUIA DEL INSHT	Para manejo manual de cargas
SNOOK Y CIRIELLO	Para empuje/tracción de cargas

Fuente: Autores.

4.1.4.3 Métodos a aplicar en los puestos de trabajo en la empresa Carrocerías Mayorga. Luego de conocer cuáles son los puestos conflictivos y las actividades a ser analizadas, planteamos un método adecuado para la evaluación de la actividad, a continuación detallamos el método a emplear por cada actividad.

Tabla 39. Actividades y métodos a emplear.

Puestos conflictivos	Actividades a analizar	Método a emplear
Preparación de material	Transporte manual de perfiles metálicos en C	GUIA DE LA INSHT
Doblado	Doblado de cerchas	REBA
Doblado	Doblado de tubos cuadrados	REBA
Doblado	Doblado de tubos redondos	REBA
Doblado	Doblado de planchas de tol	REBA
Forrado	Forrado lateral de la carrocería	RULA
Montaje de estructura	Dar forma a la estructura frontal de la carrocería.	OCRA

Fuente: Autores.

4.1.5 Particularidades en los puestos de trabajo de la Carrocerías Mayorga.

- Preparación de material.

El proceso dentro de la preparación de material para el ensamble de la estructura de la carrocería depende de varios materiales, uno de ellos es el uso de los perfiles metálicos en C, este es transportado de la zona de almacenaje hacia la zona de corte, y luego hacia la zona de ensamble final.

El perfil es un material de gran peso y longitud, el cual es manipulado por dos operarios.

De acuerdo al proceso de observación directa y en base a los conocimientos en materia de ergonomía se puede establecer que para este proceso es necesario realizar la evaluación ergonómica con el método de la GUIA DEL INSHT.

El mismo que trata acerca del manejo manual de cargas como podemos identificar de acuerdo a la descripción de la actividad que se realiza. En este puesto generalmente se doblan planchas de tol y se dan forma a los mismos, en casos se lo utiliza también para enderezar las planchas de tol y además también se pueden doblar perfiles, pletinas, entre materiales.

- Doblado.

El proceso de doblado de cerchas metálicas consiste en dar forma al perfil, por medio de herramientas dobladoras, para dar forma inicial a la estructura general de la carrocería, el material es de alta resistencia el cual está sujeto a calificación por diferentes órganos reguladores. El proceso se lo realiza de forma manual, es decir que el operario imprime su fuerza para realizar el trabajo, está sujeto a diferentes posturas forzadas, siendo uno de ellos la aplicación fuerza para el doblado, en varias ocasiones el trabajo se lo debe hacer entre dos y hasta tres personas. Para este proceso es necesario emplear el método de evaluación ergonómica REBA, el mismo que se enfoca en posturas forzadas y aplicación de fuerza durante la ejecución de la misma.

- Doblado.

El proceso de doblado de tubos metálicos cuadrados consiste en dar forma circular a los mismos ya que estos son empleados para el ensamble de la parte frontal de la estructura de la carrocería, esto se lo realiza de forma manual por medio de herramientas dobladoras, los tubos son de material de alta resistencia, debido a esto el/los operarios deben imprimir fuerza para lograr el doblado, de acuerdo con las características que presenta esta actividad se hace necesario emplear el método de evaluación ergonómica REBA para posturas forzadas y aplicación de fuerza para lograr la operación.

- Doblado.

El proceso de doblado de planchas de tol de alta resistencia, consiste en colocar en la herramienta la plancha de tol para posteriormente proceder a doblar, el trabajo es realizado de forma manual en muchas de las ocasiones se lo realiza entre dos y tres operarios, debido a su gran resistencia y magnitud por las exigencias propias de la fabricación de la carrocería.

El trabajo es destinado para la estructura central de la carrocería y sirve como apoyo para la colocación de los asientos. Es un proceso que requiere empleo de fuerzas extremas y de posturas forzadas, para lo cual es necesario emplear el método OWAS para la evaluación ergonómica de dicha actividad.

- Forrado.

El forrado lateral de la carrocería consiste en la colocación de planchas de tol en toda su longitud por sus dos lados, el cual debe tomar forma y acoplarse a la estructura, el mismo se logra mediante el uso de un combo que a través de un golpeteo manual se lo realiza tramo por tramo, este un proceso tedioso que lo realiza un solo operario, se puede considerar que hay movimientos repetitivos y además es necesario la aplicación de fuerza, una vez terminado este proceso queda listo para el proceso de soldeo. Para este proceso se aplica el método RULA para la evaluación ergonómica, tomando en cuenta que el método Rula permite trabajar con características como: movimientos repetitivos y empleo de fuerza.

- Montaje de la estructura.

Es un proceso en el cual se requiere el empleo de fuerza y movimientos repetitivos, el proceso consiste en dar forma a los tubos cuadrados reforzados, ya sea formas circulares, ovoides, etc., en este proceso todo es manual, la forma se logra mediante golpeteo con un combo de peso considerable, el proceso se lo realiza ya sea a nivel del piso y sobre el banco de trabajo, es una actividad que en su mayoría demanda de actividades repetitivas.

De acuerdo con las características de la actividad descrita es necesario emplear el método OCRA de evaluación ergonómica, el mismo que contempla dichas características.

4.1.6 *Compilación de datos previo ingreso al software.*

4.1.6.1 *Datos de la empresa Carrocerías Mayorga*

- Datos para el manejo manual de cargas.

Tramo 1

Peso del perfil en C= 49,23Kg

Peso distribuido por operario = 24,615 kg

Altura inicial = 50cm

Alcance horizontal= 40cm

Altura de depósito= 88cm
Alcance horizontal= 25cm
Frecuencia= 1 vez cada 5 minutos
Frecuencia= 0,2/min
Número de levantamientos= 8
Tiempo de levantamiento=40 segundos
Distancia de recorrido= 9,5m

Tramo 2

Peso del perfil en C= 49,23Kg
Peso distribuido por operario = 24,615 kg
Altura inicial = 88cm
Alcance horizontal= 25cm
Altura de depósito= 80cm
Alcance horizontal= 30cm
Frecuencia= 1 vez cada 5 minutos
Frecuencia= 0,2/min
Número de levantamientos= 8
Tiempo de levantamiento=60 segundos
Distancia de recorrido= 32m

- Datos para el doblado manual de cerchas metálicas

Fuerza aplicada >10kg
Número de repeticiones= 14
Tiempo total de doblado 3,2 horas
Tiempo del ciclo 13 minutos
Cambio brusco de fuerza
Alcance horizontal= 30cm
Frecuencia= 1 vez cada 5 minutos
Frecuencia= 1 vez cada 5 minutos
Frecuencia= 0,2/min
Número de levantamientos= 8

Operario 1

Datos grupo A (cuello, tronco y piernas)

Cuello en posición neutra y con giro a la derecha.

Tronco en flexión de 20 a 60°.

Pies bien apoyados y rodillas flexionadas entre 30 y 60°.

Datos grupo B (brazo, codo y muñeca)

Brazo en flexión entre 45 y 90°.

Codo en extensión por debajo de los 60°.

Muñeca en extensión superior a los 15°

y en supinación completa.

Agarre regular

Frecuencia= 1 vez cada 5 minutos

Frecuencia= 0,2/min

Número de levantamientos= 8

Operario 2

Datos grupo A (cuello, tronco y piernas)

Cuello en posición neutra y con giro a la izquierda.

Tronco en flexión superior a los 60°.

Pies bien apoyados y rodillas flexionadas entre 30 y 60°.

Datos grupo B (brazo, codo y muñeca)

Brazo en flexión entre 45 y 90°.

Codo en extensión por debajo de los 60°.

Muñeca en posición neutra y supinación completa,

Agarre bueno

Operario 3

Datos grupo A (cuello, tronco y piernas)

Cuello en posición neutra y con giro a la izquierda.

Tronco en flexión entre 20 y 60°.

Piernas bien apoyadas y rodillas flexionadas entre 30 y 60°.

Datos del grupo B (brazo, codo y muñeca)

Brazo en flexión entre 45 y 90°.

Codo en extensión por debajo de los 60°.

Muñeca en posición neutra

y supinación completa.

Agarre bueno.

- Datos para el doblado manual de tubos cuadrados

Fuerza aplicada >10kg

Tiempo total de doblado 4 horas

Cambio brusco de fuerza

Datos grupo A (cuello, tronco y piernas)

Cuello en posición neutra con giro a la izquierda.

Tronco en flexión de 20° a 60°.

Piernas bien apoyadas poco flexionadas.

Datos grupo B (brazo, codo y muñeca)

Brazo en flexión entre 45 y 90°.

Codo en extensión por debajo de los 60°.

Muñeca en posición neutra y supinación completa.

Agarre bueno.

Frecuencia= 1 vez cada 5 minutos

Frecuencia= 0,2/min

Número de levantamientos= 8

- Datos para el doblado manual de tubo redondo

Fuerza aplicada 5 a 10kg

Tiempo total de doblado 2 horas

Cambio brusco de fuerza

Datos grupo A (cuello, tronco y piernas)

Cuello en posición neutra con giro a la izquierda.

Tronco en flexión de 20°.

Piernas bien apoyadas con rodillas ligeramente flexionadas entre 30 y 60°.

Datos grupo B (brazo, codo y muñeca)

Brazo en flexión entre 45 y 90°.

Codo en extensión por debajo de los 60°.

Muñeca en posición neutra en supinación completa.

Agarre bueno.

- Datos para el doblado manual de planchas de tol.

Tabla 40. Datos de las combinaciones de las posturas forzadas método OWAS

N°	Postura	Frecuencia
1	De pie, espalda recta y con un brazo sobre la altura del hombro	23
2	De pie, espalda inclinada hacia adelante y con un brazo sobre la altura del hombro	04
3	De pie con las dos rodillas flexionadas, espalda inclinada hacia adelante y los dos brazos por debajo de la altura del hombro	04
4	De pie, espalda recta y los brazos por debajo de la altura de los hombros	05
5	De pie, espalda inclinada y con un brazo sobre la altura de los hombros	02
6	De pie con las rodillas flexionadas, espalda girada e inclinada, con un brazo sobre la altura del hombro	01
7	De pie, espalda recta y con un brazo sobre la altura del hombro	11
8	De pie, espalda girada y con un brazo sobre la altura del hombro	19
9	De pie con las rodillas flexionadas, espalda girada e inclinada y con un brazo sobre la altura del hombro	01
10	De pie, espalda recta y con un brazo sobre la altura del hombro	05
11	De pie, espalda inclinada y con los dos brazos por debajo de la altura del hombro	02
12	De pie, espalda inclinada y con los dos brazos por debajo de la altura del hombro	03
13	De pie, espalda recta y con los dos brazos por debajo de la altura del hombro	01
14	De pie con las rodillas flexionadas, espalda inclinada y con un brazo sobre la altura del hombro	02
15	De pie, espalda recta y con los dos brazos por debajo de la altura del hombro	01
16	De pie, espalda inclinada y con los dos brazos por debajo de la altura del hombro	01
17	De pie, espalda recta y con un brazo sobre la altura del hombro en posición uniforme	11

Fuente: Autores.

Fuerza necesaria para realizar el trabajo es superior a los 20kg.

- Datos para el forrado de la estructura de la carrocería.

Actividad muscular se repite más de 4 veces por minuto la actividad.

Factor de fuerza entre 2 y 10kg de carga repetitiva.

Datos grupo A

Brazo entre 45 y 90°

Antebrazo mayor a 100°

Fuerza aplicada 5 a 10kg

Muñeca en posición neutra sin giro.

Datos grupo B

Tronco en posición neutra e inclinada hacia el lado derecho.

Piernas equilibradas y bien apoyadas.

- Datos para el montaje de la estructura de la carrocería.

Duración de la jornada de trabajo 8 horas.

Tiempo de recuperación 45 minutos, en la siguiente secuencia 20, 15, 10 a la tercera, sexta y séptima hora respectivamente.

Tabla 41. Descripción de la tarea

Acciones técnicas extremidad derecha			Acciones técnicas extremidad izquierda		
Tarea	Acciones repetidas		Tarea	Acciones repetidas	
A	Coger la barra	1	A	Coger la barra	1
	Posicionar la barra	1		Posicionar la barra	1
	Agarrar el combo	1		Alcanzar el combo	1
	Golpear la barra	90		Agarrar el combo	1
	Coger la barra	1		Golpear la barra	90
	Revisar la curvatura	1		Dejar el combo	1
	Dejar la barra	1		Coger la barra	1
				Revisar la curvatura	1
				Dejar la barra	1
Total acciones técnicas derecha		96	Total acciones técnicas izquierda		98

Fuente: Autores.

Tabla 42. Duración de las acciones

Acciones técnicas	Tiempo [s]
Coger la barra	2
Posicionar la barra	2
Alcanzar el combo	1
Agarrar el combo	1
Golpear la barra	0,66
Dejar el combo	1
Coger la barra	2
Revisar la curvatura	5
Mover barra	2
Dejar la barra	6

Fuente: Autores.

Sensación de esfuerzo duro, debido a la aplicación de 9kg de fuerza para el levantamiento del combo durante el golpeteo y una sensación de esfuerzo moderado para el alcance y abandono del combo.

Tabla 43 Porcentajes de tiempo empleados por las acciones técnicas durante el ciclo.

Acciones técnicas	Cantidad	Tiempo en segundos	% de tiempo
Coger la barra	1x(2s)	2	2/80= 2,5%
Posicionar la barra	1x(2s)	2	2/80= 2,5%
Alcanzar el combo	1x(1s)	1	1/80= 1,25%
Agarrar el combo	1x(1s)	1	1/80= 1,25%
Golpear la barra	90x(0,66s)	60	60/80= 75%
Dejar el combo	1x(1s)	1	1/80= 1,25%
Coger la barra	1x(2s)	2	2/80= 2,5%
Revisar la curvatura	1x(5s)	5	5/80= 6,25%
Dejar la barra	1x(6s)	6	6/80= 7,5%
Alcanzar el combo	1x(1s)	1	1/80= 1,25%

Fuente: Autores.

Tabla 44. Distribución del tiempo de recuperación durante la jornada.

Tabla 1. Distribución del tiempo de recuperación durante la jornada.												
1H	2H	3H		4H	5H	6H	7H	8H		9H		10H
A	A	P	A	A			A	A	P	A	P	A

Fuente: Autores.

4.1.7 Especificación e ingreso de datos al software.

4.1.7.1 Ingreso de datos de la empresa carrocerías Mayorga a Ergosoft Pro para el manejo manual de cargas empleando la metodología de la GUIA DEL INSHT para el manejo de perfiles metálicos en C. Cada imagen está especificando los datos a ingresar o pasos a seguir mediante flechas o indicadores rojos.

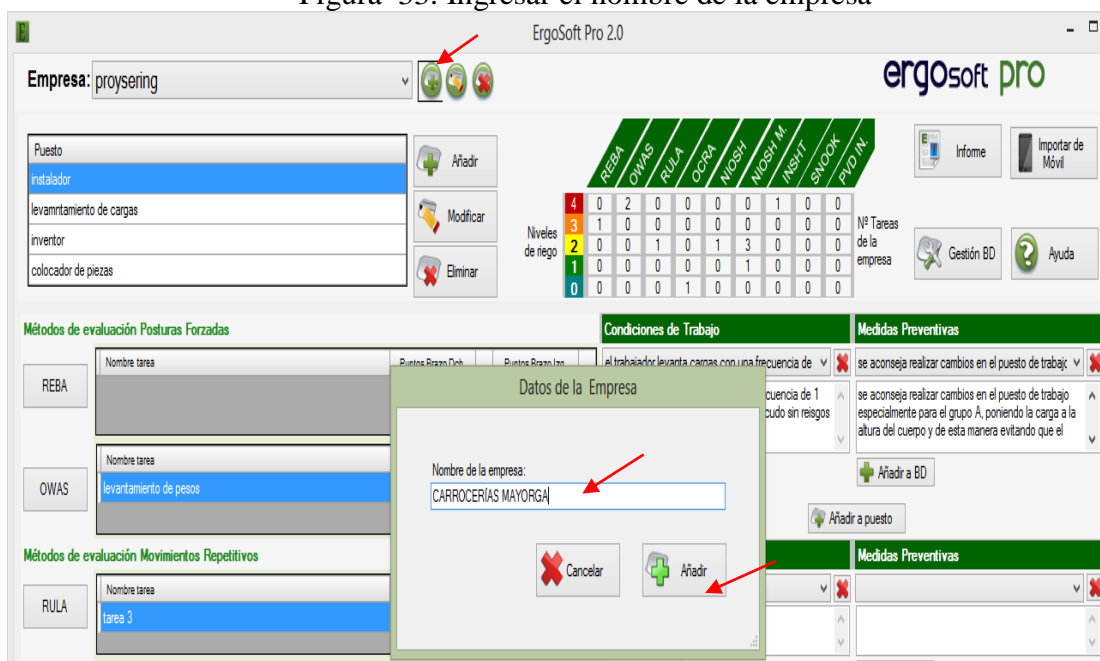
Es un proceso en el cual se requiere el empleo de fuerza y movimientos repetitivos, el proceso consiste en dar forma a los tubos cuadrados reforzados, ya sea formas circulares, ovoides, etc., en este proceso todo es manual, la forma se logra mediante golpeteo con un combo de peso considerable.

El proceso se lo realiza ya sea a nivel del piso y sobre el banco de trabajo, es una actividad que en su mayoría demanda de actividades repetitivas.

Para este proceso se aplica el método RULA para la evaluación ergonómica, tomando en cuenta que el método Rula permite trabajar con características como: movimientos repetitivos y empleo de fuerza.

- Ingresar el nombre de la empresa.

Figura 33. Ingresar el nombre de la empresa



Fuente: Autores.

-
- Figura 34. Ingresar el nombre del puesto
- ErgoSoft Pro 2.0
- Empresa: CARROCERÍAS MAYORGA
- Puesto
- Añadir
- Modificar
- Eliminar
- Niveles de riesgo
- | | REBA | OWAS | RULA | OCRA | NIOSH | NIOSH M | INSIT | SNOOK | PTD M |
|---|------|------|------|------|-------|---------|-------|-------|-------|
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
- Nº Tareas de la empresa
- Gestión BD
- Importar de Móvil
- Informe
- Medidas Preventivas
- se aconseja realizar cambios en el puesto de trabajo
- se aconseja realizar cambios en el puesto de trabajo especialmente para el grupo A, poniendo la carga a la altura del cuerpo y de esta manera evitando que el
- Añadir a BD
- Añadir a puesto
- Medidas Preventivas
- Datos del puesto
- Nombre del Puesto:
- PREPARACIÓN DE MATERIAL
- Fecha evaluación: 06/04/2015
- Cancelar
- Aceptar
- Fuente: Autores.

-
- Figura 35. Selección de la metodología

Figura 36. Selección de la metodología

Fuente: Autores.

- Ingresar nombre de la tarea

Figura 37. Ingresar nombre de la tarea

Fuente: Autores.

- Ingresar datos del puesto a analizar tramo 1.

Figura 38. Ingresar datos del puesto a analizar tramo 1

Fuente: Autores.

- Pulsar el botón calcular

Figura 39. Pulsar el botón calcular

Fuente: Autores.

- Ingresar datos del puesto a analizar tramo 2

Figura 40. Ingresar datos del puesto a analizar tramo 2

The screenshot shows the 'Método Guia INSHT' window in the ErgoSoft Pro software. The interface includes a task list on the left, evaluation results on the top right, and a detailed input form for job analysis. Red arrows highlight specific elements: the 'Añadir' button, the 'Transporte Manual de Perfil Metálico ENC' task, the 'Peso Teórico de la Carga' field (19 kg), the 'Peso Real Objeto' field (24.615 kg), the 'Población' radio buttons (General 85% selected), the 'Desplazamiento Vertical' dropdown (Hasta 25 cm.), the 'Giro del Tronco' dropdown (Giro inexistente), the 'Tipo de Agarre' dropdown (Agarre Regular), the 'Frecuencia de Manipulación' field (0.2 Lev/min), the 'Distancia de Transporte' field (32 metros), the 'Peso Total Transportado' field (196.2 kg/día), the 'Calcular' button, and the 'Informe' button.

Fuente: Autores.

- Pulsar el botón calcular

Figura 41. Pulsar el botón calcular

This screenshot shows the same software interface as Figure 40, but with a focus on the 'Calcular' button. Red arrows point to the 'Calcular' button and the 'Informe' button. The input fields and evaluation results are the same as in Figure 40.

Fuente: Autores.

4.1.7.2 Estudio de posturas forzadas y aplicación de fuerza mediante el método REBA para el doblado de cerchas metálicas.

- Seleccionar la empresa

Figura 42. Seleccionar la empresa

The screenshot shows the ErgoSoft Pro 2.0 software interface. At the top, the 'Empresa' (Company) dropdown is set to 'proysering'. Below it, the 'Puesto' (Job) dropdown is set to 'CARROCERÍAS MAYORGA'. The 'Método de evaluación' (Evaluation Method) dropdown is set to 'REBA'. The interface also shows a table of 'Niveles de riesgo' (Risk Levels) and various 'Métodos de evaluación' (Evaluation Methods) for different types of work.

Fuente: Autores.

- Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.

Figura 43. Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.

The screenshot shows the ErgoSoft Pro 2.0 software interface. At the top, the 'Empresa' (Company) dropdown is set to 'CARROCERÍAS MAYORGA'. Below it, the 'Puesto' (Job) dropdown is set to 'PREPARACIÓN DE MATERIAL'. The 'Método de evaluación' (Evaluation Method) dropdown is set to 'REBA'. A 'Datos del puesto' (Job Data) dialog box is open, showing the 'Nombre del Puesto' (Job Name) as 'DOBLADO' and the 'Fecha de evaluación' (Evaluation Date) as '05/04/2015'. The dialog box has 'Aceptar' (Accept) and 'Cancelar' (Cancel) buttons.

Fuente: Autores.

- Ingresar nombre de la tarea.

Figura 44. Ingresar nombre de la tarea.

The screenshot shows the 'Método REBA' window in ErgoSoft pro. The 'Puesto' is 'DOBLADO'. The 'Tareas del puesto' section has a text box for 'Nombre de la tarea'. To its right are 'Añadir', 'Modificar', and 'Eliminar' buttons. Further right is the 'Resultados de la evaluación' section with fields for 'Puntos parcial brazo izquierdo', 'Puntos parcial brazo derecho', 'Puntos parcial tronco', 'Nivel de riesgo brazo izquierdo', and 'Nivel de riesgo brazo derecho'. On the far right is a 'Foto de la tarea seleccionada' section. A 'Datos tarea' dialog box is open, showing 'Nombre de la tarea' as 'DOBLADO DE CERCAS METÁLICAS'. It has 'Cancelar' and 'Aceptar' buttons. Red arrows point to the 'Nombre de la tarea' field in the dialog and the 'Aceptar' button. Below the dialog are sections for selecting arm and forearm postures for both left and right sides, including checkboxes for 'Hombro elevado', 'Brazo separado / rotado', and 'Brazo con apoyo o favorecido por gravedad'.

Fuente: Autores.

- Ingresar datos operario 1

Figura 45. Ingresar datos operario 1

The screenshot shows the same ErgoSoft pro - REBA window. The 'Nombre de la tarea' field in the 'Datos tarea' dialog is now filled with 'DOBLADO DE CERCAS METÁLICAS'. The 'Aceptar' button is highlighted with a red arrow. Below the dialog, the 'Seleccionar brazos' section has radio buttons for 'Dox brazos', 'Brazo izquierdo', and 'Brazo derecho', with 'Brazo derecho' selected. The 'Grupo B: Brazos, Antebrazos Muñecas' section is active. It contains multiple posture selection panels for the left and right arms, forearms, and wrists. Red arrows point to the 'Brazo derecho' radio button, the 'Brazo con apoyo o favorecido por gravedad' checkbox in the right arm posture selection, and the 'Existen torsión o desviación lateral de la muñeca' checkbox in the right wrist selection. The 'Resultados de la evaluación' and 'Foto de la tarea seleccionada' sections are also visible.

Fuente: Autores.

- Ingresar datos operario 2

Figura 46. Ingresar datos operario 2

Puesto: DOBLADO

Tareas del puesto

Nombre de la tarea
DOBLADO DE CERCAS METÁLICAS operario 1
DOBLADO DE CERCAS METÁLICAS operario 2
DOBLADO DE CERCAS METÁLICAS operario 3

Resultados de la evaluación

Puntos parcial brazo izquierdo	--
Puntos parcial brazo derecho	3,00
Puntos parcial tronco	9,00
Nivel de riesgo brazo izquierdo	--
Nivel de riesgo brazo derecho	10,00

Foto de la tarea seleccionada

Seleccionar brazos

☐ Dos brazos ☐ Brazo izquierdo ☒ Brazo derecho

Grupo B: Brazos, Antebrazos Muñecas

Seleccionar postura del brazo izquierdo

Seleccionar si:

- ☐ Hombro elevado
- ☐ Brazo separado / rotado
- ☐ Brazo con apoyo o favorecido por gravedad

Seleccionar postura antebrazo izquierdo

Seleccionar postura muñeca izquierda

Seleccionar si:

- ☐ Existe torsión o desviación lateral de la muñeca

Seleccionar tipo de agarre mano izquierda

☐ Agarre Bueno ☐ Agarre Regular ☐ Agarre Malo ☐ Agarre Inaceptable

Seleccionar postura brazo derecho

Seleccionar si:

- ☐ Hombro elevado
- ☐ Brazo separado / rotado
- ☒ Brazo con apoyo o favorecido por gravedad

Seleccionar postura antebrazo derecho

Seleccionar postura muñeca derecha

Seleccionar si:

- ☒ Existe torsión o desviación lateral de la muñeca

Seleccionar tipo de agarre mano derecha

☒ Agarre Bueno ☐ Agarre Regular ☐ Agarre Malo ☐ Agarre Inaceptable

Fuente: Autores.

- Ingresar datos operario 3

Figura 47. Ingresar datos operario 3

Puesto: DOBLADO

Tareas del puesto

Nombre de la tarea
DOBLADO DE CERCAS METÁLICAS operario 1
DOBLADO DE CERCAS METÁLICAS operario 2
DOBLADO DE CERCAS METÁLICAS operario 3

Resultados de la evaluación

Puntos parcial brazo izquierdo	--
Puntos parcial brazo derecho	3,00
Puntos parcial tronco	6,00
Nivel de riesgo brazo izquierdo	--
Nivel de riesgo brazo derecho	9,00

Foto de la tarea seleccionada

Seleccionar brazos

☐ Dos brazos ☐ Brazo izquierdo ☒ Brazo derecho

Grupo B: Brazos, Antebrazos Muñecas

Seleccionar postura del brazo izquierdo

Seleccionar si:

- ☐ Hombro elevado
- ☐ Brazo separado / rotado
- ☐ Brazo con apoyo o favorecido por gravedad

Seleccionar postura antebrazo izquierdo

Seleccionar postura muñeca izquierda

Seleccionar si:

- ☐ Existe torsión o desviación lateral de la muñeca

Seleccionar tipo de agarre mano izquierda

☐ Agarre Bueno ☐ Agarre Regular ☐ Agarre Malo ☐ Agarre Inaceptable

Seleccionar postura brazo derecho

Seleccionar si:

- ☐ Hombro elevado
- ☐ Brazo separado / rotado
- ☒ Brazo con apoyo o favorecido por gravedad

Seleccionar postura antebrazo derecho

Seleccionar postura muñeca derecha

Seleccionar si:

- ☒ Existe torsión o desviación lateral de la muñeca

Seleccionar tipo de agarre mano derecha

☒ Agarre Bueno ☐ Agarre Regular ☐ Agarre Malo ☐ Agarre Inaceptable

Fuente: Autores.

4.1.7.3 Estudio de posturas forzadas y aplicación de fuerza mediante el método REBA para el doblado de tubos cuadrados metálicos.

- Ingresar el nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.

Figura 48. Ingresar el nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.

The screenshot shows the ErgoSoft Pro 2.0 software interface. At the top, the 'Empresa' field is set to 'CARROCEÍAS MAYORGA'. Below it, the 'Puesto' list shows 'DOBLADO TC' selected. The 'Métodos de evaluación Posturas Forzadas' section shows 'REBA' selected. The 'Métodos de evaluación Movimientos Repetitivos' section is also visible.

Fuente: Autores.

- Ingresar nombre de la tarea.

Figura 49. Ingresar nombre de la tarea.

The screenshot shows the ErgoSoft pro - REBA software interface. The 'Puesto' field is set to 'DOBLADO TC'. The 'Método REBA' section is active. The 'Nombre de la tarea' field is set to 'DOBLADO DE TUBOS CUADRADOS'. The 'Resultados de la evaluación' section shows scores for the left and right arms and trunk. The 'Selección de posturas' section shows various posture selection options for the left and right arms and wrists.

Fuente: Autores.

- Ingresar datos.

Figura 50. Ingresar datos.

Fuente: Autores.

4.1.7.4 Estudio de posturas forzadas y aplicación de fuerza mediante el método REBA para doblado de tubos redondos de metal con recubrimiento de plástico.

- Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.

Figura 51. Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.

Fuente: Autores.

- Ingresar nombre de la tarea.

Figura 52. Ingresar nombre de la tarea.

The screenshot shows the ErgoSoft pro - REBA software interface. The main window has a green header with 'ErgoSoft pro - REBA' and 'Método REBA'. Below the header, the 'Puesto' is set to 'DOBLADO R'. The 'Tareas del puesto' section has a text input field for 'Nombre de la tarea' and buttons for 'Añadir', 'Modificar', and 'Eliminar'. A dialog box titled 'Datos tarea' is open, showing the task name 'DOBLADO DE TUBOS REDONDOS' and buttons for 'Cancelar' and 'Aceptar'. The background interface includes sections for 'Resultados de la evaluación' (Evaluation Results) and 'Selección de posturas' (Posture Selection) for both left and right arms and wrists.

Fuente: Autores.

- Ingresar datos.

Figura 53. Ingresar datos.

The screenshot shows the ErgoSoft pro - REBA software interface with the task name 'DOBLADO DE TUBOS REDONDOS' entered. The 'Selección de posturas' section is active, showing various posture selection options for the left and right arms and wrists. Red arrows indicate the selection of specific postures. The 'Resultados de la evaluación' section shows the evaluation results for the task.

Fuente: Autores.

Figura 54. Ingresar datos.

ErgoSoft pro - REBA

Seleccionar tipo de agarre mano izquierda

☒ Agarre Bueno ☐ Agarre Regular ☐ Agarre Malo ☐ Agarre Inaceptable

Seleccionar tipo de agarre mano derecha

☒ Agarre Bueno ☐ Agarre Regular ☐ Agarre Malo ☐ Agarre Inaceptable

Grupo A: Piernas, Tronco y Cuello

Seleccionar postura del Tronco

0° 20° 20° 60° 20° 60°

Seleccionar si:

☐ Existe torsión o inclinación lateral del tronco

Seleccionar postura del Cuello

0° 20° 20° <0°

Seleccionar si:

☒ Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.

Seleccionar postura de las Piernas

☒ Andar, sentado, de pie sin plano inclinado

☐ De pie con plano inclinado, unilateral o inestable

Seleccionar si:

☒ Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.

☐ Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60°

Seleccionar tipo de actividad muscular si:

☐ Una o más partes del cuerpo se encuentran en postura más de 1 minuto de forma estática

☐ Movimientos repetidos del mismo grupo articular más de 4 veces por minuto

☒ Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

Seleccionar fuerzas ejercidas

☐ La carga o fuerza es < de 5 kg

☒ La carga o fuerza está entre 5 y 10 kg

☐ La carga o fuerza es > de 10 kg

☒ Ejecutado de manera rápida o

Fuente: Autores.

4.1.7.5 Estudio de posturas forzadas y aplicación de fuerza mediante el método OWAS para el doblado de planchas de tol de alta resistencia.

- Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.

Figura 55. Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.

ErgoSoft Pro 2.0

Empresa: CARROCERÍAS MAYORGA

Puesto: PREPARACIÓN DE MATERIAL

Métodos de evaluación Posturas Forzadas

REBA

Métodos de evaluación Movimientos Repetitivos

RULA

Métodos de evaluación Movimiento Manual de Cargas

INSHT

Métodos de evaluación Pantallas de Visualización de Datos

PVD Guía

Condiciones de Trabajo

Medidas Preventivas

Datos del puesto

Nombre del Puesto: DOBLADO P

Fecha evaluación: 09/04/2015

Niveles de riesgo

REBA	OWAS	RULA	OCRA	NIOSH	NIOSH M.	INSHT	SNORK	PVD IN
4	0	0	0	0	0	0	2	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Transporte Manual de Perfil Metálico E...

Nombre tarea	Método	Índice	Nivel Riesgo
TRANSPORTE MANUAL DE PERFIL METÁLICO E...	Guía INSHT	—	No Tolerable
TRANSPORTE MANUAL DE PERFIL METÁLICO E...	Guía INSHT	—	No Tolerable

Fuente: Autores.

- Ingresar nombre de la tarea.

Figura 56. Ingresar nombre de la tarea.

ErgoSoft pro - OWAS

Método OWAS

Puesto: DOBLADO P

Tareas del puesto

Nombre de la tarea

Añadir
Modificar
Eliminar

Resultados de la evaluación

Riesgo Nivel 1 Nivel 2 Nivel 3 Nivel 4

Nº Posturas 0 0 0 0

Porcentaje 0 0 0 0

Video Tarea

Video

Datos tarea

Nombre de la tarea

BLADO DE PLANCHAS DE TOL DE ALTA RESISTENCIA

Cancelar Aceptar

Posturas observadas

Postura	Frecuencia	Porcentaje	Riesgo
Recta			
Inclinada			
Girada			
Inclinada y Girada			

Riesgo grupo postural

Postura	Frecuencia	Porcentaje	Riesgo
Recta			
Inclinada			
Girada			
Inclinada y Girada			

Riesgo por postura

Código de Postura	Riesgo	Frecuencia	Porcentaje

Fuente: Autores.

- Ingresar datos.

Figura 57. Ingresar datos

ErgoSoft pro - OWAS

Método OWAS

Puesto: DOBLADO P

Tareas del puesto

Nombre de la tarea

DOBLADO DE PLANCHAS DE TOL DE ALTA RESISTENCIA

Añadir
Modificar
Eliminar

Resultados de la evaluación

Riesgo Nivel 1 Nivel 2 Nivel 3 Nivel 4

Nº Posturas 65 7 9 4

Porcentaje 76.47 8.24 10.59 4.71

Video Tarea

Video

Posturas observadas

Postura	Frecuencia	Porcentaje	Riesgo
Recta			
Inclinada			
Girada			
Inclinada y Girada			

Riesgo grupo postural

Postura	Frecuencia	Porcentaje	Riesgo
Recta	46	54.12	1
Inclinada	18	21.18	1
Girada	19	22.35	2
Inclinada y Girada	2	2.35	1

Riesgo por postura

Código de Postura	Riesgo	Frecuencia	Porcentaje
1	2	1	23
2	2	2	4
2	1	4	3
1	1	2	3
2	2	2	3
4	1	4	1

Fuente: Autores.

Figura 58. Ingresar datos

Capas

☐ Recta
☒ Inclinada
☐ Girada
☐ Inclinada y Girada

Brazos

☐ Ambos brazos por debajo del hombro
☒ Un brazo por encima del nivel del hombro
☐ Ambos brazos por encima del nivel del hombro

Postura

☐ Sentado
☒ De pie, con las dos rodillas extendidas
☐ De pie, con el peso en una pierna recta
☐ De pie, con las dos rodillas flexionadas
☐ De pie, en apoyo unipodal y con la rodilla flexionada
☐ Arrodillado, con una o con las dos rodillas
☐ Caminando

Fuerza carga

☐ <= 10 kg
☐ >10 kg y <20 kg
☒ >20 kg

Código Postura

85

Posturas observadas

Posturas	Espalda	Brazos	Postura	Fuerza	Riesgo	Video
1	2	2	3	1	231.687...	✖
1	2	2	3	1	232.974...	✖
2	2	4	2	4	236.324...	✖
1	2	2	1	1	239.729...	✖
1	2	2	1	1	243.900...	✖
1	2	2	1	1	248.961...	✖

Riesgo grupo postural

Postura	Frecuencia	Porcentaje	Riesgo
Recta	46	54.12	1
Flexionada	18	21.18	1
Girada	19	22.35	2
Flexionada y girada	2	2.35	1

Riesgo por postura

Código de Postura	Riesgo	Frecuencia	Porcentaje
1 2 2 2 1	11		12.94
3 2 2 2 1	19		22.35
4 2 4 2 1	1		1.18
1 2 2 3 1	5		5.88
2 1 2 2 2	2		2.35
2 1 2 3 3	3		3.53
1 1 2 1 1	1		1.18

Carga/Fuerza

Carga	Frecuencia	Porcentaje
<10 Kg.	26	30.59
10 - 20 Kg.	44	51.76
> 20 Kg.	15	17.65

Fuente: Autores.

4.1.7.6 Estudio de movimientos repetitivos por el método RULA para el forrado de la carrocería.

- Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.

Figura 59. Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.

Empresa: CARROCERÍAS MAYORGA

Puesto: PREPARACIÓN DE MATERIAL
DOBLADO C
DOBLADO TC
DOBLADO R

Métodos de evaluación Posturas Forzadas

REBA
OWAS
RULA
OCRA
INSHT
Snook
NIOSH
NIOSH M.

Métodos de evaluación Movimientos Repetitivos

RULA

Métodos de evaluación Movimiento Manual de Cargas

INSHT
Snook
NIOSH
NIOSH M.

Métodos de evaluación Pantallas de Visualización de Datos

PVD Guía
INSHT

Condiciones de Trabajo

Medidas Preventivas

Datos del puesto

Nombre del Puesto: FORRADO DE LA CARROCERÍA

Fecha evaluación: 09/04/2015

Cancelar Aceptar

Fuente: Autores.

- Ingresar nombre de la tarea.

Figura 60. Ingresar nombre de la tarea.

The screenshot shows the 'Método Rula' window in the ErgoSoft pro - RULA software. The 'Nombre de la tarea' field is highlighted with a red arrow. A 'Datos tarea' dialog box is open, showing the task name 'FORRADO DE LA CARROCERIA' and buttons for 'Cancelar' and 'Aceptar'. The dialog box also has a red arrow pointing to the 'Nombre de la tarea' field.

Fuente: Autores.

- Ingresar datos.

Figura 61. Ingresar datos

The screenshot shows the 'Método Rula' window in the ErgoSoft pro - RULA software. The 'Nombre de la tarea' field is highlighted with a red arrow. The 'Datos tarea' dialog box is open, showing the task name 'FORRADO DE LA CARROCERIA'. The dialog box also has a red arrow pointing to the 'Nombre de la tarea' field. The 'Datos tarea' dialog box is also open, showing the task name 'FORRADO DE LA CARROCERIA'.

Fuente: Autores.

Figura 62. Ingresar datos

Fuente: Autores.

4.1.7.7 Estudio de movimientos repetitivos por el método OCRA para el montaje de la estructura de la parte frontal de la carrocería.

- Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.

Figura 63. Ingresar nombre del puesto de trabajo y seleccionar método.

Fuente: Autores.

- Ingresar nombre de la tarea.

Figura 64. Ingresar nombre de la tarea.

ErgoSoft Pro - OCRA

Método OCRA

Puesto: MONTAJE DE LA ESTRUCTURA

Tareas del puesto

Nombre de la tarea

Factores del puesto

Factor de duración (Fd) 0 Tiempo

Factor de recuperación (Fr) 1 Tiempo

Introducir tiempo de trabajo y pausas (en minutos).

Tiempo de Trabajo

Tiempo de Pausa

Datos de la tarea

Tarea Repetitiva: ☒ SI ☐ NO

Tipo de tarea: ☒ Simétrica ☐ Asimétrica

Duración tarea: Brazo Izquierdo min Brazo Derecho min

Duración media del ciclo: Brazo Izquierdo seg Brazo Derecho seg

Acciones por ciclo: Brazo Izquierdo acciones Brazo Derecho acciones

Introducir acciones:

Resultados de la evaluación

Total acciones

Brazo izquierdo 0

Brazo derecho 0

Total Acciones Observadas

Brazo izquierdo 0

Brazo derecho 0

Índice de Exposición

Brazo izquierdo 0 Sin Riesgo

Brazo derecho 0 Sin Riesgo

Datos tarea

Nombre de la tarea

MONTAJE DE LA ESTRUCTURA FRONTAL

Cancelar Aceptar

Fuente: Autores.

- Ingresar datos.

Figura 65. Ingresar datos

ErgoSoft Pro - OCRA

Método OCRA

Puesto: MONTAJE DE LA ESTRUCTURA

Tareas del puesto

Nombre de la tarea

MONTAJE DE LA ESTRUCTURA FRONTAL

Factores del puesto

Factor de duración (Fd) 1,00 Tiempo (min) 435

Factor de recuperación (Fr) 0,65 Tiempo (min) 235

Introducir tiempo de trabajo y pausas (en minutos).

Tiempo de Trabajo

Tiempo de Pausa

Datos de la tarea

Tarea Repetitiva: ☒ SI ☐ NO

Tipo de tarea: ☐ Simétrica ☒ Asimétrica

Duración tarea: Brazo Izquierdo 435 min Brazo Derecho 435 min

Duración media del ciclo: Brazo Izquierdo 80 seg Brazo Derecho 80 seg

Acciones por ciclo: Brazo Izquierdo 98 acciones Brazo Derecho 96 acciones

Introducir acciones:

Resultados de la evaluación

Total acciones

Brazo izquierdo 32.06

Brazo derecho 32.06

Total Acciones Observadas

Brazo izquierdo 31.973

Brazo derecho 31.320

Índice de Exposición

Brazo Izquierdo 997.13 Riesgo Alto

Brazo Derecho 976.78 Riesgo Alto

Foto del puesto

Video Borrar Foto Seleccionar foto

Fuente: Autores.

Figura 66. Ingresar datos

ErgoSoft Pro - OCRA

Introducir acciones:

Nombre de la acción:

Nº de acciones brazo izquierdo:

Nº de acciones brazo derecho:

Frecuencia de acciones:

Brazo Izquierdo: 73.50 n° de acc./min

Brazo Derecho: 72.00 n° de acc./min

Nº de acciones recomendadas de la tarea:

	Constante	Ff	Fp	Fa	Fr	Duración (min)
Brazo Izquierdo	30	0.01	0.6	0.9	0.7	435
Brazo Derecho	30	0.01	0.6	0.9	0.7	435

Factor fuerza (Ff)

Brazo izquierdo 0.01

Introducir esfuerzo percibido en Borg:

Fuerza percibida:

% Tiempo de la tarea:

Fuerza (Borg)	% Tarea
3	1.25
5	75
3	1.25
0.5	22.5

Brazo Derecho 0.01

Introducir esfuerzo percibido en Borg:

Fuerza percibida:

% Tiempo de la tarea:

Fuerza (Borg)	% Tarea
5	75
0.5	25

Factor postural (Fp)

Brazo izquierdo 0.6

Hombro: 4 Codo: 8 Mano: 8 Muñeca: 4

Hombro izquierdo

Movimientos en rango articular extremo durante:

☒ Realiza movimientos del mismo tipo al menos el 50% del ciclo

Brazo Derecho 0.6

Hombro: 4 Codo: 8 Mano: 8 Muñeca: 4

Hombro Derecho

Movimientos en rango articular extremo durante:

☒ Realiza movimientos del mismo tipo al menos el 50% del ciclo

Fuente: Autores.

Figura 67. Ingresar datos

ErgoSoft Pro - OCRA

Factor postural (Fp)

Brazo izquierdo 0.6

Hombro: 4 Codo: 8 Mano: 8 Muñeca: 4

Hombro izquierdo

Movimientos en rango articular extremo durante:

☒ Realiza movimientos del mismo tipo al menos el 50% del ciclo

Mantener el brazo levantado (sin apoyo) En posturas articulares extremas:

☐ Mantener el brazo levantado (sin apoyo) más de 20° o en extensión al menos 50% del ciclo

Codo izquierdo

Movimientos articulares cercanos al movimiento angular extremo durante:

Supinación: Pronación: Flexión:

☒ Movimientos articulares del mismo tipo al menos el 50% del ciclo

Muñeca izquierda

Movimientos articulares en zona de riesgo extremos:

Desviación radial o cubital: Extensión: Flexión:

☒ Movimientos del mismo tipo implicando la muñeca al menos 50% del ciclo

Mantener posturas estáticas extremas:

☐ Mantener la muñeca en flexión o extensión o desviada continuamente >50% del ciclo

Brazo Derecho 0.6

Hombro: 4 Codo: 8 Mano: 8 Muñeca: 4

Hombro Derecho

Movimientos en rango articular extremo durante:

☒ Realiza movimientos del mismo tipo al menos el 50% del ciclo

Mantener el brazo levantado (sin apoyo) En posturas articulares extremas:

☐ Mantener el brazo levantado (sin apoyo) más de 20° o en extensión al menos 50% del ciclo

Codo Derecho

Movimientos articulares cercanos al movimiento angular extremo durante:

Supinación: Pronación: Flexión:

☒ Movimientos articulares del mismo tipo al menos el 50% del ciclo

Muñeca Derecha

Movimientos articulares en zona de riesgo extremos:

Desviación radial o cubital: Extensión: Flexión:

☒ Movimientos del mismo tipo implicando la muñeca al menos 50% del ciclo

Mantener posturas estáticas extremas:

☐ Mantener la muñeca en flexión o extensión o desviada continuamente >50% del ciclo

Fuente: Autores.

Figura 68. Ingresar datos

ErgoSoft Pro - OCRA

Mantener posturas estáticas extremas

☐ Mantener la muñeca en flexión o extensión o desviada continuamente >50% del ciclo

Mano izquierda

Tiempo de agarre y posición de los dedos:

Agarre fuerza grande (>4cm): Agarre palmar:

Agarre sujeción (1.5-4cm): Agarre en gancho:

Pinza: Teclat:

☐ Gestos del mismo tipo implicando el mismo/s dedo/s al menos el 50% del ciclo

☒ Sostener un objeto continuamente al menos 50% ciclo

Factores adicionales (Fa)

Brazo izquierdo 0.9

Indice factores:

☐ Alta precisión ☐ Movimientos bruscos o trones ☐ Objeto deslizante

☐ Vibraciones ☐ Compresión localizada ☐ Frio

☒ Golpes ☒ Guantes inadecuados

Tiempo:

Factores repetitividad (Fr)

Brazo izquierdo 0.7

¿La tarea requiere ejecutar los mismos gestos de trabajo de los miembros superiores durante al menos el 50% del ciclo o cuando el tiempo de ciclo es menor de 15 segundos?

☒ SI ☐ NO

Mano Derecha

Tiempo de agarre y posición de los dedos:

Agarre fuerza grande (>4cm): Agarre palmar:

Agarre sujeción (1.5-4cm): Agarre en gancho:

Pinza: Teclat:

☐ Gestos del mismo tipo implicando el mismo/s dedo/s al menos el 50% del ciclo

☒ Sostener un objeto continuamente al menos 50% ciclo

Factores adicionales (Fa)

Brazo derecho 0.9

Indice factores:

☐ Alta precisión ☐ Movimientos bruscos o trones ☐ Objeto deslizante

☐ Vibraciones ☐ Compresión localizada ☐ Frio

☒ Golpes ☒ Guantes inadecuados

Tiempo:

Factores repetitividad (Fr)

Brazo derecho 0.7

¿La tarea requiere ejecutar los mismos gestos de trabajo de los miembros superiores durante al menos el 50% del ciclo o cuando el tiempo de ciclo es menor de 15 segundos?

☒ SI ☐ NO

Fuente: Autores.

4.1.8 *Análisis y planteamiento de posibles medidas correctivas para las áreas de trabajo para la empresa Carrocerías Mayorga.*

4.1.8.1 *Análisis y medidas correctivas para el transporte de perfil metálico en C.* Debemos disminuir el peso de la carga, ya que de acuerdo al análisis el trabajador está realizando un sobreesfuerzo para levantar una carga superior a la sugerida de acuerdo con el método en el tramo 1, además se debe evitar el giro del tronco y mantenerlo a 0 grados con respecto al plano sagital.

Se debe mejorar la técnica de agarre ya que el material así lo permite, además se debe usar guantes.

Disminuir la distancia de transporte, hacer un levantamiento de carga lo más cercano al cuerpo posible y con la columna erguida. Para el tramo dos de igual manera se debe disminuir el peso de la carga, mejorar la técnica de agarre. Disminuir la distancia de transporte y mantener la columna erguida.

4.1.8.2 *Análisis y medidas correctivas para el doblado de cerchas metálicas.* Estas son las enfermedades que podrían generarse debido a las posturas forzadas a las cuales están sujetos los trabajadores que realizan el proceso de doblado de cerchas metálicas.

Síndrome cervical: proceso degenerativo de la columna que implica un estrechamiento del disco, causando daños en las vértebras cervicales y en los discos intervertebrales. Torticollis: estado de dolor agudo y rigidez del cuello que puede ser provocado por un giro brusco del cuello. Mantiene al cuello inclinado e impide el giro de la cabeza.

Dedo en maza (martillo o garra): estado en el cual el primer hueso o falange de un dedo de la mano está flexionado hacia la palma, impidiendo su alineamiento con el resto de dedos. Está provocado por el desgarramiento del primer tendón del dedo a causa de un movimiento excesivamente violento de la articulación. Se asocia a trabajos donde las manos soportan fuertes golpes, entre otros.

Mitigar los cambios de postura bruscos propios de la ejecución de la tarea de doblado y ubicarse de tal manera que el agarre pueda mejorar. Codo y antebrazo: epicondilitis y epitrocleitis.

De acuerdo con el resultado emitido para el operario número 1 es necesario una intervención ergonómica urgente, ya sea cambiando la forma de trabajo de manual a automática, evitando doblar la columna, doblar el cuello y mantener los pies bien fijos sobre una superficie plana.

Para el operario número 2 el nivel de riesgo es alto pero no de carácter urgente, de igual manera se debería automatizar el proceso de doblado, disminuyendo de esta manera el esfuerzo empleado por parte del operario, además es preciso mencionar que debe evitar flexionar las muñecas más de 15°, se debe evitar flexionar las rodillas y mantener una postura firme.

Para el operario número 3 que presenta un nivel de riesgo alto con una puntuación de 9 se debe automatizar el proceso de doblado, de no ser así se debe disminuir la flexión del tronco, tratando de mantener una postura erguida de la espalda, no flexionar las rodillas, apoyar bien los pies sobre una superficie plana y evitar mantener el cuello en extensión.

4.1.8.3 *Análisis y medidas correctivas para el doblado de tubos cuadrados metálicos.*
Enfermedades provocadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos en el trabajo; enfermedades por fatiga e inflamación de las vainas tendinosas, de tejidos peri tendinosos e inserciones musculares y tendinosas:

Hombro: patología tendinosa crónica de maguito de los rotadores.

Codo y antebrazo: epicondilitis y epitrocleitis.

Muñeca y mano: tendinitis del abductor largo y extensor corto del pulgar, tenosinovitis estenosante digital (dedo en resorte), tenosinovitis del extensor largo del primer dedo.

Enfermedades provocadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos en el trabajo: parálisis de los nervios debidos a la presión:

Síndrome del túnel carpiano por compresión del nervio mediano en la muñeca. El resultado se establece que el puesto de trabajo un nivel de riesgo alto con un factor de 8.

Está provocado por el desgarramiento del primer tendón del dedo a causa de un movimiento excesivamente violento de la articulación.

Para disminuir la incidencia de las posturas forzadas en el nivel de riesgo, principalmente recomendar un sistema automático, evitar flexionar las rodillas, evitar extender el cuello, evitar flexionar el tronco.

4.1.8.4 *Análisis y medidas correctivas para el doblado de tubos redondos con recubrimiento de plástico.* Enfermedades provocadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos en el trabajo; enfermedades por fatiga e inflamación de las vainas tendinosas, de tejidos peritendinosos e inserciones musculares y tendinosas:

Hombro: patología tendinosa crónica de maguito de los rotadores.

Codo y antebrazo: epicondilitis y epitrocleitis.

Muñeca y mano: tendinitis del abductor largo y extensor corto del pulgar, tenosinovitis estenosante digital (dedo en resorte), tenosinovitis del extensor largo del primer dedo.

Enfermedades provocadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos en el trabajo: parálisis de los nervios debidos a la presión:

Síndrome del túnel carpiano por compresión del nervio mediano en la muñeca.

Arrancamiento por fatiga de la apófisis espinosa.

Parálisis de los nervios debidos a la presión.

Lesiones del menisco por mecanismos de arrancamiento y compresión asociados, dando lugar a fisuras o roturas completas.

Síndrome cervical: proceso degenerativo de la columna que implica un estrechamiento del disco, causando daños en los discos intervertebrales. Mantiene al cuello inclinado e impide el giro de la cabeza.

El resultado establece un nivel de riesgo alto en el cual se deben hacer modificaciones en la operación a corto plazo, para ello se debe cambiar el sistema manual a un nuevo sistema automático de doblado, caso contrario se debe mitigar las posturas forzadas y aplicación de fuerzas extremas mediante el empleo de otro operario para un trabajo a la par y disminución de la fuerza necesaria para el doblado, evitar la flexión de las rodillas y el tronco en posición neutra.

4.1.8.5 *Análisis y medidas correctivas para el doblado de planchas de tol de alta resistencia.* De acuerdo con el resultado obtenido que en la operación se determina que 65 codificaciones de posturas representan un 76,47 % de tiempo con un nivel de riesgo 1, posturas que se consideran normales, sin riesgo de lesiones musculo esqueléticas y en las que no es necesaria ninguna acción correctiva.

Seguido de 7 codificaciones de posturas con un porcentaje de tiempo de 8,24% con un nivel de riesgo 2, posturas con ligero riesgo de lesión en el cual es necesario una modificación del proceso de trabajo a largo plazo. Y 9 codificaciones de posturas con un porcentaje de tiempo de 10,59% con un nivel de riesgo 3 que son posturas consideradas de alto riesgo y se debe modificar el método de trabajo tan pronto como sea posible. Finalmente 4 codificaciones de posturas con un porcentaje de tiempo de 4,71% con un nivel de riesgo 4 que son posturas con riesgo extremo de lesión musculo esquelética y deben tomarse medidas correctivas de una forma inmediata.

El puesto en un gran porcentaje no presenta riesgo alguno, pero es necesario para el porcentaje de riesgo 2,3 y 4 acciones correctivas como:

Mantener la espalda recta.

Tratar de realizar movimientos de los brazos siempre por debajo de la altura de los hombros.

Aplicar la fuerza entre dos operarios ya que el diseño de la maquina así lo permite o a su vez manipular el peso desde su centro de gravedad, de esta manera podemos evitar posibles hernias discales, y problemas lumbares por exceso de esfuerzo. Evitar girar el tronco y mantenerlo a 0° con respecto al plano sagital.

Las piernas en lo posible se deben evitar flexionar más de 30 grados, para evitar desgarres de los tendones. Se debe evitar flexionar el tronco y mantener en una posición recta en el plano sagital y frontal con el fin de evitar futura afecciones dorso lumbar y lumbalgias.

4.1.8.6 *Análisis y medidas correctivas para el forrado de la carrocería.* Con una puntuación de 7 para el brazo derecho esta se encuentra dentro de un nivel de actuación 4 que indica prioridad de intervención ergonómica, a continuación detallamos algunas de las medidas correctivas para el proceso:

Manejar procesos rotativos y con periodos de trabajo establecidos, es decir que exista tiempos de descanso y no sea un periodo de corrido, de esta manera logramos alivianar a los músculos que intervienen en el proceso.

La presencia de movimientos repetitivos puede generar enfermedades tales como la epicondilitis que se caracteriza por una hinchazón en la zona del codo y la tendinitis que hace que los tendones y los tejidos alargados que conectan los músculos con los huesos se inflamen y se desgaren.

Se debe manejar el peso del combo con las dos manos, mantener una postura del tronco recta y sin giro del cuello.

4.1.8.7 *Análisis y medidas correctivas para el montaje de la estructura frontal de la carrocería.* Con un índice superior al rango máximo de 9, entonces el puesto presenta un riesgo muy alto y debe existir intervención ergonómica inmediatamente junto con un rediseño del puesto de trabajo para ello se recomienda:

El empresario debe mecanizar y automatizar el proceso de doblado.

Utilizar herramientas menos pesadas.

El trabajo debe ser rotativo y con periodos de recuperación adecuada para evitar que el trabajador sufra fatiga.

El banco de trabajo debe estar a la altura del trabajador para evitar que el mismo se arrodille e incline la espalda por largos periodos, el mismo que puede generar epicondilitis y afecciones dorso lumbares y cervicales.

Las piernas en lo posible se deben evitar flexionar más de 30 grados, para evitar desgarres de los tendones.

Se debe evitar flexionar el tronco y mantener en una posición recta en el plano sagital y frontal con el fin de evitar futura afecciones dorso lumbar y lumbalgias.

Se debe usar guantes adecuados para absorber las vibraciones que se genera durante el golpeteo con el combo.

4.2 Análisis comparativo de los resultados parciales obtenidos en el estudio ergonómico a los talleres metalmecánicos de la ciudad de Riobamba

4.2.1 Porcentajes de los riesgos ergonómicos obtenidos en Carrocerías Mayorga.

Tabla 45. Porcentajes de riesgos en Carrocerías Mayorga

Carrocerías Mayorga						
Puesto de trabajo	Nivel de riesgo medido		Relación de nivel de riesgos	Nivel de riesgo máximo	% por puesto de trabajo	% Real de los puestos de trabajo
	B. Derecho	B. Izquierdo				
Transporte manual de perfil en C (P1)	9,34	-	9,34	24,61	38%	5%
Transporte manual de perfil en C (P2)	18,05	-	18,05	24,61	73%	10%
Doblado manual de cerchas (P1)	11	-	11	13	85%	11%
Doblado manual de cerchas (P2)	10	-	10	13	77%	10%
Doblado manual de cerchas (P3)	9	-	9	13	69%	9%
Doblado de tubos cuadrados	8	8	8	13	62%	8%
Doblado de tubos redondos	9	9	9	13	69%	9%
Doblado de plancha de tol de alta resistencia	9,5	9,5	9,05	10	91%	12%
Forrado de la carrocería	7	-	7	7	100%	13%
Montaje de la estructura	9,8	9,8	9,8	10	98%	13%
TOTAL					761%	100%
% GLOBAL DE RIESGO	58%					

Fuente: Autores.

Los resultados de los estudios en Mecánica Núñez y CEDICOM se encuentran anexadas ya que el procedimiento del estudio es el mismo.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

A través de la plataforma Psicopreven se estableció los fundamentos teórico- prácticos en las diversas metodologías de evaluación de riesgos ergonómicos; siendo estas (RULA, REBA, OCRA y OWAS), las cuales tratan de movimientos repetitivos y posturas forzadas (INSHT y NIOSH) manipulación de cargas y (Snook y Ciriello) para manipulación de cargas, Empuje y Tracción.

Por muestreo probabilístico se determinó mediante un análisis aleatorio simple que el número de talleres metalmecánicos de la ciudad de Riobamba a ser evaluados son en un número de tres, (Metal mecánica Núñez, Carrocerías Mayorga, CEDICOM).

Mediante una visualización pronta se determinó en los diferentes puestos de trabajo que para movimientos repetitivos, posturas forzadas usamos los siguientes métodos (RULA, REBA, OCRA y OWAS), manipulación manual de cargas (INSHT y NIOSH) y empuje – tracción (Snook y Ciriello).

El Software ErgoSoft Pro, se utilizó correctamente con todas sus herramientas e iconos, tomando en cuenta las características ergonómicas que cada puesto requiere según el método que fue seleccionado.

En el análisis de resultados se determinó que el porcentaje más alto de riesgos ergonómicos presenta Carrocerías Mayorga, con un 58%, seguido de Mecánica Núñez con un 32% y en el taller CEDICOM de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH con 9% del resultado global.

Al realizar un análisis comparativo de resultados de la evaluación en los tres talleres metalmecánicos se estableció una gran diferencia en los niveles de riesgo ergonómico, debido

a que Carrocerías Mayorga trabaja con material pesado, en tanto que Mecánica Núñez trabaja con material más ligero así también el Taller CEDICOM de la ESPOCH.

5.2 Recomendaciones

El conocimiento teórico-práctico acerca de software debe ser impartido en las aulas para que el alumnado pueda tener mayor entendimiento y un manejo adecuado del mismo.

Para la selección del método más apropiado para la evaluación ergonómica en un puesto de trabajo hay que tomar en cuenta varios aspectos como por ejemplo repetitividad, manejo de cargas, posturas forzadas en base a la facilidad que ofrece cada método.

Para hacer uso correcto del software durante el análisis es necesario conocer los fundamentos teórico-prácticos de la ergonomía y el software en sí, con cada uno de sus herramientas e iconos y para qué sirve cada uno de ellos.

De acuerdo con los resultados del estudio realizado y los niveles de riesgo encontrados es importante mencionar que es necesario capacitar al personal en materia de ergonomía dando a conocer los riesgos a los cuales están expuestos y las formas como se pueden mejorar dichas condiciones.

Para realizar un estudio comparativo de mayor efectividad en los resultados se debe hacer el estudio entre Empresas/Talleres de las mismas características y funcionalidades lo cual nos permitiría detectar con mayor claridad las metodologías incorrectas empleadas por los trabajadores.

BIBLIOGRAFÍA

Amillo, Javier Gomez-Hortiguela. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización. [En línea] [Citado el: 12 de Febrero de 2015.] http://www2.uca.es/serv/comite_empresa/salud_laboral/web/gt_Pantallas%20de%20visualizacion.htm. INSHT.

Dr. José Luis Vallejo Gonzáles EMT, MC erg. 2007. ERGONOMIA OCUPACIONAL S.C. Posturas inadecuadas y movimientos repetitivos. [En línea] Abril de 2007. [Citado el: 17 de Noviembre de 2014.] <http://www.ergocupacional.com/4910/47794.html>. JLV.

ERGONAUTAS. 2006. ergonautas.com. ergonautas web site. [En línea] Universidad politécnica de Valencia, 2006. [Citado el: 30 de Octubre de 2014.] http://www.ergonautas.upv.es/art-tech/tme/TME_Clasificacion.htm. PLTV.

FACHAL CONSTANZA, MOTTI M. VICTORIA. 2008. La ergonomía y el ámbito laboral. Análisis de la relación entre el hombre, su trabajo y el medio en que lo desempeña. [En línea] blogspot, 15 de Junio de 2008. [Citado el: 16 de Enero de 2015.] <http://laergonomiayelambitolaboral.blogspot.com/>. VTMTT.

FERRER, JESUS. 2010. Conceptos básicos de Metodología de investigación: IUTA. IUTA. [En línea] Jesus Ferrer IUTA, 31 de Julio de 2010. [Citado el: 30 de Junio de 2015.] <http://metodologia02.blogspot.com/>.

JÁCOME GUSTAVO, VERA RICHARD. 2014. "Propuesta de diseño para la implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo alineado al reglamento para el sistema de auditoría de riesgos del trabajo-"SART" en una empresa que brinda servicio de televisión pagada". "Propuesta de diseño para la implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo alineado al reglamento para el sistema de auditoría de riesgos del trabajo-"SART" en una empresa que brinda servicio de televisión pagada". Guayaquil : Universidad Agraria del Ecuador, 2014.

LANDÍVAR. 2009. Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. [En línea] 2009. http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf.

PSICOPREVEN. 2014. CAMPUS PSICOPREVEN. CAMPUS PSICOPREVEN. [En línea] PSICOPREVEN, 10 de OCTUBRE de 2014. [Citado el: 14 de Diciembre de 2014.] <http://www.psicopreven.com/formacion/>. PSPRV.

Rodríguez, Jorge Martínez. 2011.

<http://www.cide.edu.co/ojs/index.php/silogismo/article/view/64/53>.

<http://www.cide.edu.co/ojs/index.php/silogismo/article/view/64/53>. [En línea] Julio-Diciembre de 2011. [Citado el: 10 de 02 de 2015.]

<http://www.cide.edu.co/ojs/index.php/silogismo/article/view/64/53>.

S, TAYLOR y R., BOGDAN. 2000. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. México : Paidós, 2000.

TIXILEMA ALEX, CASTILLO CARLOS. 2012. Plan de prevención riesgos ergonómicos e higiene industrial en el camal frigorífico municipal de Ambato. Plan de prevención de riesgos ergonómicos e higiene industrial en el camal frigorífico municipal de Ambato. Riobamba : Espoch, 2012.